

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України**  
**Харківська національна академія міського господарства**

**Н. У. Гюлєв**

# **ОСОБЛИВОСТІ ЕРГОНОМІКИ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЇ В ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ**

*Рекомендовано*

*Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України,  
як навчальний посібник для студентів напрямку підготовки  
6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)»  
вищих навчальних закладів*

**Харків**  
**ХНАМГ**  
**2012**

УДК [656.13-051:331.101.1](075)  
ББК 39.3п.я73-6+30.17я73-6  
Г99

***Рецензенти:***

**Самородов В. Б.**, завідувач кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»  
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»,  
д. т. н., професор;

**Загарій Г. І.**, завідувач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем  
Української державної академії Залізничного транспорту,  
д. т. н., професор;

**Лисіков Є. М.**, професор кафедри «Колії та колійне господарство»  
Української державної академії залізничного транспорту,  
д. т. н., професор

***Рекомендовано***

*Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України,  
як навчальний посібник для студентів напрямку підготовки  
6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)»  
вищих навчальних закладів, рішення №1/11-2657 від 28.02.12 р.*

**Гюлев Н. У.**

Г99      Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія: навч.  
посібник / Н. У. Гюлев; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ,  
2012. – 185 с.

ISBN 978-966-695-273-1

У навчальному посібнику викладено питання ергономіки, психофізіології водія, інженерної психології на автомобільному транспорті, безпеки дорожнього руху. Розглянуто взаємозв'язок між функціональним станом, працездатністю і втомою водія. Наведено деякі результати експериментальних досліджень зміни функціонального стану водія і часу його реакції залежно від технології організації дорожнього руху, а також впливу ергономічних характеристик автомобіля на стан водія. Висвітлено питання зорової працездатності, професійно-значимі властивості водія та їх значення в його діяльності. Наведено вимоги до робочого місця водія та заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху.

Навчальний посібник призначений для студентів, аспірантів, викладачів, науковців, керівників та менеджерів транспортних підприємств, а також проектувальників транспортних систем, які займаються питаннями ергономіки, психофізіології при проектуванні системи “людина–техніка–середовище”.

УДК [656.13-051:331.101.1](075)  
ББК 39.3п.я73-6+30.17я73-6

ISBN 978-966-695-273-1

© Н. У. Гюлев, 2012  
© ХНАМГ, 2012

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. РОЛЬ ЕРГОНОМІКИ, ПСИХОЛОГІЇ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЇ В РОБОТІ ВОДІЯ.....	5
1.1. Завдання ергономіки і інженерної психології на автомобільному транспорті та їх напрями.....	5
1.2. Аналізатори, відчуття, сприйняття та їх значення у діяльності водія.....	18
1.3. Переробка інформації водієм.....	20
1.4. Психофізіологічні особливості керування автомобілем на високих швидкостях.....	42
1.5. Особистісні характеристики водія в його діяльності.....	46
2. ПРОФЕСІЙНО ЗНАЧУЩІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДІЯ.....	52
2.1. Індивідуально-типологічні властивості.....	52
2.2. Сенсомоторні властивості.....	55
2.3. Значення уваги в роботі водія.....	61
2.4. Роль мислення та пам'яті.....	69
2.5. Емоційні та вольові властивості.....	75
3. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН, ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ ВОДІЯ.....	82
3.1. Психічні стани та їх класифікація.....	82
3.2. Стан втоми і монотонності.....	83
3.3. Стан емоційного напруження.....	86
3.4. Аналіз операторської діяльності та її фізіологічні основи.....	88
3.5. Функціональний стан та методи його оцінки.....	97
3.6. Працездатність і надійність водія-оператора.....	105
4. ЗНАЧЕННЯ ЗОРОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ.....	119
4.1. Показники зорової працездатності і сприйняття інформації.....	119
4.2. Критерії оцінки зорової працездатності.....	131
5. ВТОМА І БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ.....	142
5.1. Форми втоми і механізм її виникнення.....	142
5.2. Вимоги до робочого місця водія.....	149
5.3. Вплив зовнішнього середовища на стан водія.....	155
5.4. Вплив ергономіки автомобіля на функціональний стан водія.....	164
5.5. Заходи з підвищення безпеки руху.....	166
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	173
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	184

## ВСТУП

Зростання рівня автомобілізації і відставання розвитку вулично-дорожньої мережі міста призводить до збільшення інтенсивності та щільності дорожнього руху. Як наслідок, з'являються транспортні затори на перехрестях, особливо в періоди «пік», які призводять до збільшення часу поїздки до пункту призначення, що негативно позначається на психофізіології водія.

Діяльність водія пов'язана з постійно змінною дорожньо-транспортною ситуацією. На нього впливають як фактори зовнішнього середовища, так і параметри мікроклімату в кабіні, шум і вібрації, які залежать від ергономічних характеристик автомобіля. Водій постійно сприймає і обробляє інформацію, що надходить із зовнішнього середовища і з контрольних приладів і датчиків.

Зміни цих факторів і параметрів негативно впливають на психофізіологічний стан водія, викликаючи погіршення його функціонального стану і ряду психічних властивостей, призводить до зниження працездатності і швидкому настанню втоми.

Водій повинен своєчасно і правильно оцінити дорожньо-транспортну ситуацію в умовах дефіциту часу і виробити адекватну стратегію поведінки. Від цього залежить безпека дорожнього руху. На своєчасність прийняття правильного рішення впливає оптимізація взаємодії водія з автомобілем і з середовищем.

Безпека і надійність роботи системи «водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС) залежить від безперебійної, якісної роботи всіх її складових частин та елементів. У більш ніж в 70% випадках збої і відмови в цій системі відбуваються з вини водія. Тому при проектуванні системи ВАДС особлива увага повинна бути приділена психофізіології водія і ергономічним характеристикам автомобіля.

# **1. РОЛЬ ЕРГОНОМІКИ, ПСИХОЛОГІЇ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЇ В РОБОТІ ВОДІЯ**

## **1.1. Завдання ергономіки і інженерної психології на автомобільному транспорті та їх напрями**

Водій є найбільш значущою ланкою в системі ВАДС. Від його дій на 70-80% залежить надійність роботи цієї системи.

Тому при вдосконаленні конструкцій автомобілів, доріг та при створенні нової техніки завжди слід враховувати психофізіологічні та особистісні особливості і можливості людини. Вивченням цих питань займається інженерна психологія. Інженерна психологія як психологічна наука є частиною загальної психології – науки, яка вивчає закономірності психіки і психічної діяльності людини. Слово «психологія» походить від двох грецьких слів «психо» – душа і «логос» – наука. Інженерна психологія є і частиною більш загальної науки – ергономіки. Слово «ергономіка» походить від двох грецьких слів: «ергон» – робота та «номос» – закон.

Об'єктом вивчення ергономіки є система «людина - машина», а предметом – діяльність людини або групи людей з технічними засобами [1].

Загальна мета ергономіки формулюється як єдність трьох аспектів дослідження та проектування: зручність і комфортні умови ефективної діяльності людини, а відповідно і ефективне функціонування систем «людина-машина», збереження здоров'я та розвиток особистості. У конкретному дослідженні і проектуванні той чи інший аспект може превалювати. Однак загальна мета реалізується через сукупність і взаємодоповнюваність зазначених аспектів [1].

Перехід від технічних систем до систем «людина-машина» пов'язаний зі створенням великих систем і розвитком системотехніки, відповідно до уявлень якої людина виступав як елемент «середовища» систем. Людина згідно з принципами, що розвиваються в системотехніці, розглядалася поряд з машинами як матеріал (бездушний) елемент, який реалізує ті чи інші функції системи або її елементів; про нього говорили як про канал зв'язку, блоці переробки інформації, передавальної функції і т.п. Проблема, з якою зіткнулися інженери, формулювалася приблизно так: без людини не можна обійтися в проектах великих систем, а з включенням його складно їх розробляти. Був знайдений не дуже оригінальний і не обтяжливий для інженерів вихід – гранично опростити людину і зробити її порівняною з

технічними елементами систем. При такому «новому» повороті в інженерній діяльності, природно, не змінилися загальні уявлення про великі системи, так як залишилися колишніми методи і засоби їх вивчення і проектування. Завдання формулювалися гранично ясно: щоб найкращим чином вивчати і проектувати складні системи, функції людини і функції машини повинні бути описані в одних і тих же поняттях. Серед таких використовувалися технічні терміни. Був сформульований і ідеал: чим менше робить людина в системі, тим краще.

Ергономіку цікавлять не всі можливі «первинні» якості людини, машини, середовища, а лише ті, які визначаються положенням і роллю людини в системі «людина-машина», – саме тому вони називаються людськими чинниками в техніці.

Людські фактори в техніці, що розуміються як найважливіші інтегральні характеристики системи «людина-машина», являють собою деяку суперпозицію вихідних показників або відповідно фіксовані (або динамічні) функціональні зв'язки між елементами і компонентами системи. У структурному аспекті людські фактори в техніці виступають як основні системоутворюючі елементи, або таксономічні одиниці аналізу функціональної структури системи. Однак її функціональна структура обумовлена не тільки людськими, а й організаційними, інформаційними, територіальними та іншими факторами. Тому виділення людських чинників у техніці як одиниць аналізу, тобто елементів функціональної структури системи не виключає виділення в ній, залежно від цілей аналізу, таксономічних одиниць іншого роду.

Людські фактори в техніці не дано споконвічно. Вони являють собою шукане, яке може бути знайдено лише на основі попереднього аналізу завдань системи «людина-машина», функцій людини в ній, виду і відмінних рис його діяльності. У результаті такого аналізу визначається номенклатура людських чинників у техніці, облік яких необхідний з метою створення нормальних умов для діяльності людини та ефективного функціонування системи. Людські фактори в техніці – це структурні утворення різного ступеня складності, в цьому сенсі вони являють собою деяке тимчасове поєднання сил, здатне здійснити певне досягнення. Поняття діяльності служить і теоретичною основою наведеного вище трактування людських чинників у техніці [1].

Теоретичні уявлення про природу людських чинників у техніці дозволяють розгорнути структурну схему формування цілісної ергономічної

характеристики системи «людина-машина», яка представляє хіба зворотний бік проблеми співвідношення експериментальних показників до критеріїв, що використовуються при проектуванні та оцінці систем «людина-машина». Ця ієрархічна динамічна структура включає кілька рівнів, кожен з яких має певну якісну специфіку, що не зводиться до механічного об'єднання її складових. Вищий рівень – ергономічність – завжди залишається ведучим, але він може реалізувати себе тільки за допомогою нижчих рівнів і в цьому від них залежить.

Вищий рівень розглянутої ієрархічної структури – ергономічність системи «людина-машина» – взаємопов'язаний з критеріями продуктивності, надійності, економічності, екологічності та естетичності. Ергономічність – це цілісність ергономічних властивостей, до яких відносяться керуваність, обслуговування, освоєння і населеність. Перші три описують властивості системи, при яких вона органічно включається в структуру і процес діяльності людини чи групи людей з управління, обслуговування та освоєння. Відбувається це в тих випадках, коли в проект системи закладаються рішення, що створюють найкращі умови для зручного, ефективного і безпечного виконання зазначених видів діяльності. Четверта властивість – населеність – відноситься до умов функціонування системи, при яких зберігається здоров'я людей, підтримуються нормальна динаміка їх працездатності і добре самопочуття. Одним з ефективних шляхів створення таких умов є усунення або ослаблення несприятливих факторів робочого середовища (шум, вібрація, випромінювання, загазованість тощо) у самому джерелі їх утворення в системах, машинах і устаткуванні.

Кожна ергономічна властивість представляє певну цілісність людських чинників у техніці, які являють собою різні, але взаємопов'язані суттєві ознаки зазначених властивостей. Людські фактори в техніці формуються на основі базових характеристик: соціально-психологічних, психологічних, фізіологічних і психофізіологічних, антропологічних, гігієнічних в їх співвідношенні з технікою. Дослідникам і проектувальникам важливо не тільки знати базові характеристики та їх номенклатуру, а й уявляти, як на їх основі формуються людські фактори в техніці, ергономічні властивості і ергономічність систем «людина-машина».

Ергономічне вивчення та оптимізація діяльності людини з технікою має свою специфіку. Спрямованість ергономіки на проектування діяльності і її засобів вимагає застосування не тільки експериментальних, а й апріо-

рних проєктувальних методів, а також прийомів, за допомогою яких вдається формалізувати те, що раніше задавалося лише описово.

Класифікація методів ергономіки має багато спільного з класифікацією методів людинознавства.

Першу групу методів умовно називають організаційними. До них відносяться методологічні засоби ергономіки, що забезпечують системний і діяльнісний підходи до дослідження та проєктування. Вони виступають як інструмент інтеграції методів різних наук і сфер практичної діяльності, на стику яких виникають і вирішуються якісно нові проблеми вивчення і проєктування системи «людина-машина». Характерною рисою таких досліджень і проєктування є не синтез результатів, отриманих на основі незалежних досліджень, а організація такого дослідження і проєктування, в ході яких використовуються у певному поєднанні принципи і методи різних дисциплін.

Системний підхід сам по собі не дає вирішення проблем ергономіки безпосередньо, він служить засобом правильної їх постановки, грає конструктивну роль у побудові та розвитку предмета дослідження. Ефективним інструментом здійснення такої функції є системне моделювання, «де предмет моделювання розглядається як система і сам модельний пізнавальний процес розділяється на систему моделей, кожна з яких відображає дисциплінарний зріз модельованої системи, а всі разом дають її багатодисциплінарного подання».

Пояснювальна схема, яка заснована на понятті діяльності, утворює як би змістовне ядро предмета ергономіки, дозволяє побачити реалії, що емпірично були відомі й раніше, але сьогодні виступили як об'єкт спеціального вивчення і проєктування. Поняття діяльності задає такий погляд на систему «людина-машина», при якому «відокремлюється те і тільки те, що об'єднується в певне ціле як світ діяльності, її продуктів, умов і форм організації».

Другу групу методів становлять емпіричні способи отримання наукових даних. До цієї групи відносяться спостереження і самоспостереження; експериментальні процедури (лабораторний, виробничий, «формує» експерименти), діагностичні методики (різного роду тести, анкети, соціометрія, інтерв'ю та бесіди); аналіз процесів і продуктів діяльності; моделювання (предметне, математичне і т. д.).

Третю групу методів становлять різні способи кількісної та якісної обробки даних.



Нарешті, до четвертої групи методів входять різні способи інтерпретації отриманих даних у контексті цілісного опису функціонування систем «людина-машина».

Найбільш обширна друга група методів, усередині якої залежно від цілей і характеру досліджень виділяється цілий ряд конкретних методичних процедур.

Сутність операційно-структурного опису трудової діяльності, часто званого алгоритмічним аналізом, полягає в розкладанні трудової діяльності на якісно різні складові (одиниці діяльності – дії, операції), у визначенні їх логічного зв'язку між собою, порядку проходження один за одним і обчисленні ряду показників, що мають певний психофізіологічний сенс.

У методичний арсенал ергономіки входять багато психофізіологічних методик: вимір часу реакції (простої сенсомоторної реакції, реакції вибору, реакції на рухомий об'єкт і т.д.); психофізичні методики (визначення порогів і динаміки чутливості в різних модальностях); психометричні методи дослідження перцептивних, мнемічних, когнітивних процесів і особистісних характеристик людини.

В ергономіці широке поширення одержали методи електрофізіології, що вивчає електричні явища в організмі людини при різних видах його діяльності. Вони дозволяють оцінювати тимчасові параметри багатьох процесів, їх виразність, топографію, механізми їх регуляції і т.д.

Ергономіка об'єднує різні антропологічні науки (науки про людину) з технічними науками. Її завданням є створення умов, які роблять працю високопродуктивним і менш стомлюючим, зберігають здоров'я людини, забезпечують зручність і безпеку його роботи. Ергономіка включає в себе не тільки інженерну психологію, а й науки про організацію праці, – промислову естетику, фізіологію вищої нервової діяльності людини, гігієну праці та інші, що дозволяє їй комплексно вирішувати питання взаємодії людини і середовища в процесі його трудової діяльності.

Ергономіка зазвичай розглядає системи «людина - техніка - середовище», посилюючи таким чином насамперед фізіолого-гігієнічний аспект досліджень та рекомендацій. Не заперечуючи правомірності такого поняття досліджуваної системи, відзначимо лише, що в інженерній психології поняття системи «людина - техніка» (ЛТ) засновано на положенні, що будь-яка система функціонує в умовах зовнішнього середовища, здатних надавати той чи інший вплив на систему. Облік факторів зовнішнього се-

редовища завжди був обов'язковим при інженерно-психологічних дослідженнях і практичних розробках систем «людина - машина».

Інженерна психологія – це наукова дисципліна, що вивчає об'єктивні закономірності процесів інформаційної взаємодії людини і техніки з метою використання їх у практиці проектування, створення та експлуатації системи «людина - машина» [2].

Інженерна психологія – наука, що вивчає системи «ЛТ» з метою досягнення їх високої ефективності і розробляє психологічні основи:

- 1) конструювання техніки та управління технологічним процесом;
- 2) підбір людей, які володіють необхідним рівнем індивідуально-психологічних професійно-важливих якостей для роботи з технікою;
- 3) підготовка людей, які використовують в своїй трудовій діяльності складні технічні пристрої [3].

Основними завданнями інженерної психології є: пристосування техніки та умов праці до людини; пристосування людини до техніки та умов її експлуатації з урахуванням його психофізіологічних можливостей; виявлення загальних закономірностей функціонування єдиної системи «людина – машина». У сучасних умовах розвитку техніки не можна розглядати машину ізольовано від людини ні в процесі її експлуатації, ні при конструюванні. Нову техніку неможливо створювати без обліку людських можливостей. Якщо при створенні нових машин не враховуються можливості людини, то це веде до зниження продуктивності праці, помилок і аварій.

Тільки з появою інженерної психології на строго науковій основі став досліджуватися людський фактор в техніці. Відомий психолог А. Н. Леонтьєв у зв'язку з цим писав: «Необхідно бачити в машині людину або, іншими словами, описувати машину крізь призму людської діяльності» [2]. Це стало одним із принципів інженерної психології.

Завдання інженерної психології можна розглядати в теоретичному та практичному аспектах.

Теоретичні завдання інженерної психології пов'язані з вивченням людини як суб'єкта діяльності, з дослідженням інформаційної сутності всіх форм психічного відображення, психічної регуляції та психічних (психофізіологічних) станів у процесі трудової діяльності і в підготовчий період, коли здійснюються профвідбір, навчання, тренування, а також з розкриттям основних закономірностей взаємодії людини технікою в системах «людина-техніка». В інженерно-психологічних дослідженнях, як правило, приділяється велика увага виявленню того, які психічні та фізіологічні

процеси і яким чином вони реалізуються при обробці інформації людиною, яка керує машиною. Вивчення інформаційних систем людини, закономірностей кодування зовнішнього сигналу, формування психічного образу і його регулюючої функції становить один з головних аспектів інженерної психології.

Практичні завдання інженерної психології стосуються узгодження людини і техніки як елементів єдиної системи. Під узгодженням розуміється, по-перше, максимальне пристосування техніки до людини (за параметрами конструкції та технологічного процесу), по-друге, максимальне пристосування людини до техніки (за параметрами професійної придатності та професійної підготовленості), по-третє, раціональний розподіл функцій між людиною і автоматичними пристроями в системах «людина-техніка».

Пристосування техніки до людини повинно здійснюватися за допомогою ряду послідовних цілеспрямованих інженерно-психологічних розробок на всіх етапах проектування. В цілому вони складають суть інженерно-психологічного забезпечення проектування автоматизованих систем управління (АСУ). Інженерно-психологічне забезпечення проектування систем є в той же час і проектуванні діяльності людини. У період експлуатації техніки її пристосування до людини дуже обмежено і становиться можливим лише при модернізації.

Пристосування техніки до людини зачіпає структури і функціональну сторону їх взаємодії.

Структурне пристосування пов'язано з організацією сенсомоторного поля в робочих зонах з урахуванням робочого положення сидячи або стоячи. Підставами для структурного пристосування є наступні дані:

- 1) розміри і форма тіла людини та окремих його частин;
- 2) межі і характер рухів у суглобовій системі;
- 3) силові характеристики м'язової системи;
- 4) поле зору;
- 5) чутливість аналізаторів.

Відповідно до зазначених даних визначають наступні параметри техніки:

- 1) розміри і форма пульта управління та крісла;
- 2) розміри і форма панелей органів управління;
- 3) розміри і форма органів управління (маніпуляторів, педалей);
- 4) обсяг, напрям і характер рухів органів управління;

- 5) опір органів управління;
- 6) розміри і форма приладових панелей;
- 7) розміри елементів індикаційних частин приладів;
- 8) сила сигналу (візуального або слухового).

Функціональне пристосування техніки до людини зв'язано з особливостями діяльності інформаційної системи людини. Вихідними даними для вирішення питань функціонального пристосування є:

- 1) обсяг і час сприйняття;
- 2) обсяг оперативної пам'яті і тривалість зберігання інформації;
- 3) структурно-часові характеристики мислення;
- 4) особливості уваги;
- 5) особливості уявлень;
- 6) межі регулювання довільних рухів;
- 7) особливості координації рухів;
- 8) особливості взаємодії аналізаторів.

Відповідно до цього при розробці техніки визначають наступні параметри:

- 1) кількість сигналів і частота їх надходження;
- 2) тривалість існування сигналу;
- 3) ознаки залучає ефект сигналів;
- 4) мнемонічні ознаки сигналів;
- 5) ознаки відображення в сигналі істотних характеристик об'єкта – джерела інформації;
- 6) співвідношення змін індикаційних елементів і руху органів управління;
- 7) відповідність характеристик сигналів до уявлень людини про реальну ситуацію, про об'єкт;
- 8) розміщення індикаторів і органів управління в відповідно до їх значимості і черговості використання;
- 9) повнота інформаційного подання об'єкта.

Важливим питанням узгодження характеристик людини і техніки, як зазначалося вище, є пристосування людини до техніки. Воно включає в себе професійну орієнтацію, профвідбір та професійну підготовку.

Таким чином, інженерна психологія об'єднує такі дві далекі за своєю сутністю галузі наукових знань, як психологія і техніка. Як технічна наука інженерна психологія вивчає пульти управління, характер і джерела інформації, щоб визначити вимоги, які вони пред'являють до людини. Як пси-

хологічна наука інженерна психологія вивчає психічні процеси і властивості людини, з'ясовуючи, які вимоги до технічних пристроїв впливають з особливостей людського організму, тобто вирішує завдання пристосування техніки до умов праці людини та її можливостей.

Узгодження людини і техніки як елементів єдиної системи пов'язане з необхідністю вирішення питань розподілу функцій між людиною і машиною. При вирішенні цих питань встановлюється, які функції доцільніше залишити людині, а які повинні виконуватися автоматичними пристроями. Отже, і трудова діяльність людини за своєю формою і змістом, і політика автоматизації відносно до різних видів технічних систем будуть істотно залежати від розподілу функцій. Розподіл функцій між людиною і автоматом здійснюється зазвичай за принципом переважних можливостей.

На перших порах при впровадженні автоматичних пристроїв в широких масштабах була думка, що високий рівень автоматизації повністю усуне людини з виробничого процесу. Б. Ф. Ломов писав: «Під час «кібернетичного буму», коли мова йшла про 100% автоматизації виробництва, наявність людини в системі управління вважалося «непорозумінням», від якого слід було б найближчим часом позбутися». Однак ці спроби виявилися нереальними. Людина володіє такими якостями, які машина замінити не може.

Основними перевагами людини можна вважати [3]:

- 1) здатність до виявлення і розпізнання сигналів в умовах високих рівнів шумів, при наявності спеціальних заходів маскування і т. п.;
- 2) можливість приймати рішення на основі узагальнення даних і знань, що відносяться до різних областей науки, техніки, виробництва;
- 3) здатність виробляти індивідуальний стиль діяльності як ефектну адаптаційну міру;
- 4) здатність знаходити нові рішення, нові способи виконання робочих (технологічних) операцій;
- 5) здатність приймати інформацію по різних сенсорних каналах, легко переходити від однієї модальності сигналів до іншої;
- 6) здатність накопичувати інформацію і використовувати накопичений досвід для вдосконалення способів роботи;
- 7) можливість використовувати для взаємодії з технічними пристроями різні індикатори і органи управління;
- 8) можливість посилювати інтерес до роботи за рахунок наявності в трудовому процесі творчого, пошукового компонента;

- 9) здатність зберігати готовність до дії в несподіваних ситуаціях;
- 10) здатність знаходити нові шляхи в несподіваних (екстрених) ситуаціях.

Основними перевагами техніки можна вважати наступні:

- 1) стабільність виконання одноманітних дій;
- 2) швидкість виконання обчислювальних операцій, прорахунку численних варіантів з метою знаходження найкращого за заданим критерієм;
- 3) великий обсяг пам'яті та швидкість вилучення необхідних даних;
- 4) швидкість і точність класифікації щодо простих сигналів при малих рівнях перешкод;
- 5) використання для передачі інформації форм енергії, до яких рецептори людини не мають специфічної чутливості (наприклад, електромагнітних коливань в діапазоні радіохвиль);
- 6) виконання операцій строго за заданими програмами і алгоритмам;
- 7) нечутливість до впливу соціального середовища;
- 8) відносна простота створення захисних (від зовнішнього середовища) пристроїв.

Правильний розподіл функцій між людиною і машиною є важливою умовою ефективності роботи всієї системи. Практика показала, що якою б не була ступінь автоматизації в будь-якій системі управління, провідна роль завжди залишається за людиною. Таким чином, технічний прогрес призвів не до витіснення людини зі сфери суспільного виробництва, а до появи нового типу людської діяльності – операторської діяльності. Оператор обслуговує систему управління, тобто здійснює прийом і переробку вхідної інформації, приймає рішення і виконує необхідні керуючі дії. Ці загальні особливості характерні для діяльності операторів самих різних систем управління, що виконують різні технічні та господарські завдання.

Водій автомобіля є оператором складної системи ВАДС. Його спільним завданням є прийом і переробка інформації, що надходить, прийняття рішення та виконання керуючих дій.

Продуктивність діяльності оператора будь-якої системи управління залежить від наступних факторів: особливостей вхідної інформації (швидкості інформаційного потоку, сили сигналів, їх тривалості, просторового розташування джерела інформації, легкості її сприйняття); умов діяльності (рівномірності надходження інформації, інформаційних перевантажень чи інформаційного голоду, особливостей робочого місця); індивідуальних

особливостей оператора (психофізіологічних і особистісних якостей, стійкості до впливу негативних зовнішніх факторів і перешкод, рівня професійної підготовки, досвіду і віку); стану оператора (втоми, захворювання, психічного збудження або пригнічення).

Основні напрямки інженерної психології на автомобільному транспорті: психофізіологічний, експлуатаційний, інженерно-педагогічний та конструкторський.

Психофізіологічний напрям займається виявленням і дослідженням психофізіологічних характеристик діяльності водія. Цей напрямок вивчає психофізіологічні особливості діяльності водія та їх вплив на продуктивність його роботи, розробляє заходи щодо психофізіологічного відбору і підбору водіїв, вивчає фактори, що негативно впливають на стан водіїв і їх здоров'я, розробляє рекомендації щодо попередження професійних захворювань і методики проведення передрейсових оглядів.

Експлуатаційний напрям вивчає питання працездатності водіїв у різних режимах і умовах діяльності, розробляє методи і дає рекомендації з підвищення надійності та ефективності їхньої діяльності.

Інженерно-педагогічний напрямок вивчає особливості формування водійських навичок і вмінь, розробляє науково обґрунтовані методи навчання і тренування водіїв у різних видах їхньої діяльності.

Конструкторське напрям вивчає можливості людини і враховує їх при створенні нових і вдосконаленні серійних автомобілів.

Основний напрямок інженерної психології на автомобільному транспорті – це вивчення діяльності водія як оператора в системі ВАДС, яка видається більш складною, ніж інші системи «людина – машина». Ця система крім людини і машини включає в себе дорогу, тобто стан дорожнього покриття, усі рухомі та нерухомі об'єкти на дорозі та позадорожньому просторі, світлофори і дорожні знаки. У поняття «дорога» включається також середовище руху, тобто прозорість повітря, яка може бути знижена вночі, в тумані, коли йде дощ або сніг.

У діяльності водія є елементи, які істотно відрізняють його роботу від діяльності операторів звичайних систем «людина – машина». Головною відмінністю є джерела одержуваної інформації. Водій, як і будь-який оператор системи «людина–машина», отримує інформацію від машини (автомобіля). До цієї інформації належать: показання приладів на контрольному щитку, положення органів управління і навантаження на них, шум двигуна, вібрація автомобіля, що змінюється залежно від швидкості, відчуття,

що виникають при зміні швидкості та напрямку руху, і т. д. Однак ця інформація становить лише незначну частину одержуваної водієм інформації та відіграє другорядну роль у його діяльності.

Основну інформацію за обсягом і значенням водій отримує від дороги і середовища руху. Характер цієї інформації швидко змінюється, вона відрізняється крайньою невизначеністю. Нерідко її обсяг і швидкість надходження перевищують дозволені можливості нервової системи водія, в інших випадках брак інформації ускладнює прийняття правильного рішення. Ці особливості діяльності водія висувають дуже високі вимоги не тільки до професійної підготовки водія, але і його психофізіологічних якостей. Для правильного розуміння помилок, що допускаються водієм, необхідно враховувати його психофізіологічні особливості та умови, в яких йому доводиться працювати. Тому говорять про психофізіологічні особливості праці водія. До них можна зарахувати наступні:

1. Значне нервово-психічне напруження, обумовлене тим, що автомобіль є транспортним засобом підвищеної небезпеки. Тому при управлінні автомобілем нерідко переважають негативні емоції: страх, тривога, сумнів, невпевненість, постійне очікування виникнення аварійних ситуацій. Негативні емоції особливо швидко призводять до стомлення і викликають напруженість, яка виражається в погіршенні процесів сприйняття, мислення і пам'яті, у зниженні уваги, порушенні координації рухів, збільшенні часу реакцій і т. д.

2. Безперервність і дискретність. У діяльності водія ця особливість виявляється у тому, що, з одного боку, він зацікавлений якнайшвидше, без перерв і з дотриманням правил дорожнього руху доставити вантаж і пасажирів з одного пункту в інший. З іншого боку, безперервність руху постійно сповільнюється або переривається виникаючими перешкодами (іншими автомобілями, пішоходами, станом дороги, сигналами світлофорів, поганою видимістю і т. д.). Зупинки, які часто виникають у зв'язку з цим, поновлення руху, зменшення або збільшення швидкості та інші протилежні дії висувають високі вимоги до рухливості нервових процесів водія і є однією з причин розвитку стомлення.

За результатами досліджень водій автомобіля в умовах інтенсивного міського руху робить 400–500 зупинок, до 2000 разів вмикає зчеплення передачі. На 1-му км шляху водій таксі робить у середньому 19,5 операції, а водій автобуса – 40,5 операцій. Загальна кількість трудових операцій протягом робочої зміни (6–8 годин) у водіїв таксомоторів – 5300, у водіїв ав-



тобуса – 5600. Водій автомобіля за робочий день оцінює в середньому 2000 дискретних, виробничо важливих подразників і здійснює 7000 відповідних рухів, машиніст електровоза за той же час роботи сприймає лише 1300 подразників і виробляє 1100 рухів [2].

3. Робота в умовах нав'язаного темпу і дефіциту часу. Ці особливості в діяльності водія виникають при водінні автомобіля на великих швидкостях, у щільному транспортному потоці та при виникненні критичних дорожніх ситуацій. Водій особливо обмежений у часі при несподіваному виникненні аварійних ситуацій, при керуванні автомобілем у великих містах і на жвавих автомагістралях. Нерідко в цих випадках тільки дуже швидкі й точні дії можуть запобігти транспортній пригоді. Надійність водія при цьому забезпечується не тільки високою професійною підготовкою, а й швидкісними параметрами його психічної діяльності.

4. Постійний і високий ступінь готовності до дій при несподіваній зміні дорожньо-транспортної обстановки висуває особливо високі вимоги до стійкості й інтенсивності уваги водія. Зниження готовності – одна з найчастіших причин помилок водіїв, що призводять до дорожньо-транспортних пригод.

5. «Роздвоєння» мислення. Одним з важливих професійних якостей водія є його здатність прогнозувати розвиток дорожньо-транспортної обстановки. Характерним при цьому є «роздвоєння» мислення, оскільки водій має одночасно прогнозувати мінімум дві дії – свої і пішохода, свої та іншого автомобіля.

6. Нерівномірність надходження інформації, яка коливається від повної відсутності значимих подразників до десятків на хвилину.

7. Невизначеність надходження інформації, яка в теорії інформації називається ентропією. Ця невизначеність виражається у відсутності у водія впевненості в тому, що в наступний момент з'явиться заздалегідь відомий елемент і виникне заздалегідь відома дорожня обстановка. Невизначеність надходження інформації призводить до несподіваного виникнення критичних дорожніх ситуацій.

8. Активний пошук відсутньої інформації при управлінні автомобілем в умовах поганої видимості (вночі, у тумані, у дощ, у снігопад).

9. Почуття високої відповідальності за життя пасажирів, збереження вантажу та автомобіля.

Крім того, водієві нерідко доводиться працювати в несприятливих умовах, що утрудняють діяльність і висувають до нього особливо високі

вимоги. До таких умов відносяться: холод, спека, висока вологість повітря, погана видимість, незадовільний стан дороги (ожеледь, бруд, сніг), попадання відпрацьованих газів у кабінку, шум і вібрація, вплив кутових і прямих прискорень.

Зазначені психофізіологічні особливості дозволяють зарахувати роботу водія автомобіля до найбільш складних видів людської діяльності. Навчитися керувати автомобілем може кожна здорова людина, але не кожен у змозі забезпечити належну безпеку в умовах високої інтенсивності руху і в складних умовах. Безпека дорожнього руху визначається надійністю системи ВАДС і, насамперед, надійністю найголовнішої ланки цієї системи – водія.

## **1.2. Аналізатори, відчуття, сприйняття та їх значення у діяльності водія**

Сприйняття водієм об'єктів навколишнього середовища здійснюється за допомогою аналізаторів – складної системи, що складається з рецепторних апаратів (органів чуттів), пов'язаних доцентровими (відчуваючими) і відцентровими (руховими) нервовими шляхами передачі подразнення з корою головного мозку (рис. 1.1). Залежно від характеру подразнень рецептори поділяються на дві групи:

1) аналізатори, які безпосередньо сприймають інформацію від подразників зовнішнього середовища;

2) аналізатори, які сприймають інформацію з боку внутрішнього середовища організму людини, яка в свою чергу характеризує зовнішні подразники допомогою зміни функціональних процесів усередині організму залежно від ступеня їхнього впливу [4].

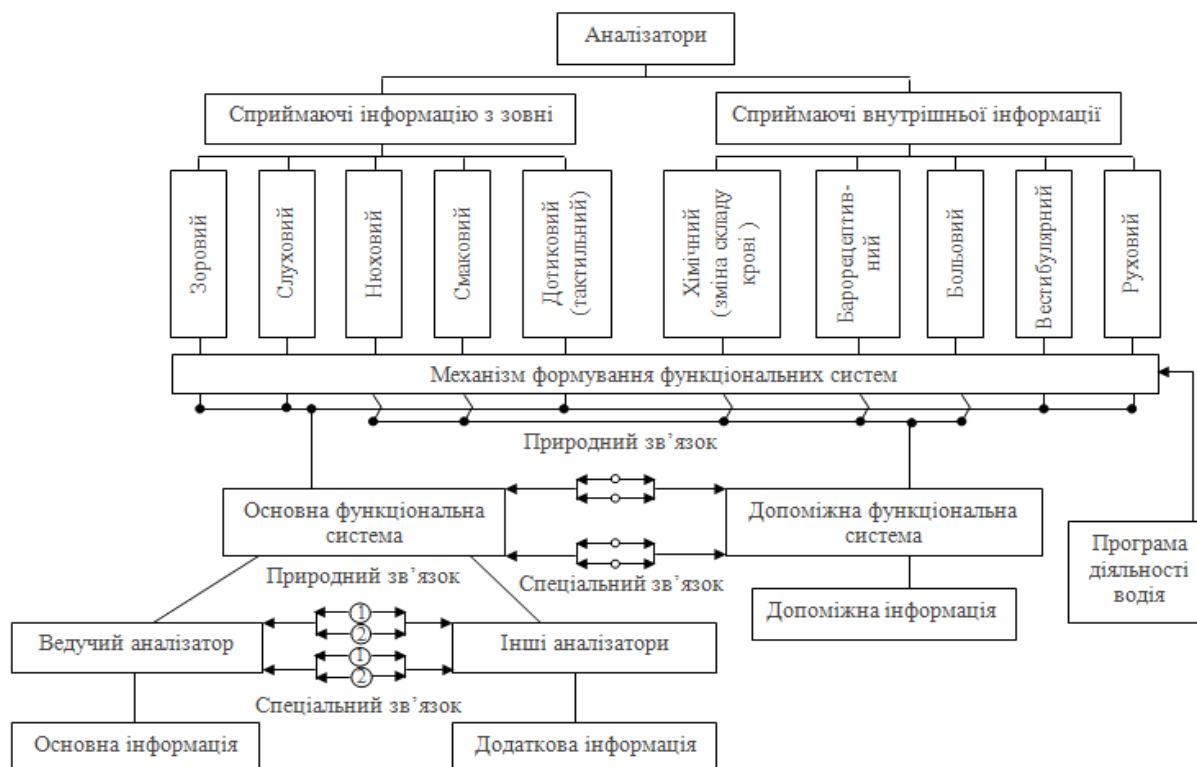


Рис. 1.1 – Схема взаємодії аналізаторів при сприйнятті:

- 1 – активуючий зв'язок;
- 2 – інформаційний зв'язок.

Сигнали, що надходять із зовнішнього середовища і з самого організму, усвідомлюються як відчуття або сприйняття подразнення, на яке людина відповідає будь-яким рухом або дією. Але не всякий подразник, що впливає на рецептори того чи іншого аналізатора, може викликати відчуття або сприйняття, для цього він повинен мати певну величину або силу. Мінімальна сила подразнення, здатна викликати нервові збудження, називається нижнім абсолютним порогом збудження.

Максимальна величина подразника називається верхнім абсолютним порогом відчуття (для слуху – 20000 коливань за секунду). Чим менше величина нижнього порогу, тим вище чутливість аналізатора. Мінімальна різниця в інтенсивності двох однорідних подразників, яку людина здатна відчувати, називається порогом розрізнення.

Міжаналізаторні зв'язки за їхнім значенням у процесах чуттєвого відображення поділяються на активізуючі та інформуючі. Активізуючі зв'язки забезпечують певний рівень активності аналізаторів, не надаючи істот-

ного впливу на зміст чуттєвих образів. Ці зв'язки проявляються, насамперед, у зміні чутливості аналізаторів під впливом побічних подразників. Слабкі за силою збудження підвищують чутливість, а сильні – знижують.

Інформуючі зв'язки мають прямий вплив на зміст виникаючих образів. Сюди відносяться різноманітні асоціації відчуття, їх переведення з однієї модальності в іншу.

Щоб безпомилково керувати автомобілем, водій має своєчасно і точно сприймати необхідну інформацію від дороги, середовища руху й автомобіля. Цю інформацію він отримує за допомогою психічних процесів відчуття і сприйняття.

Відчуття – це відображення у свідомості людини окремих властивостей, предметів і явищ матеріального світу, що безпосередньо впливають на органи чуття. Розрізняють зорові, слухові, нюхові, шкірні та інші чуття. За допомогою відчуттів водій постійно оцінює окремі властивості предметів і явищ: форму, колір, розмір, положення рухомих і нерухомих об'єктів на дорозі, органи управління, звукові сигнали. Порі чутливості у різних людей неоднакові. Він може змінюватися під впливом стомлення, хворобливого стану, а також з віком. Чим менше величина порога чутливості водія, тим більше чутливість його органів чуття, тим краще його сприйняття.

Сприйняття – це психічний процес відображення предметів і явищ у сукупності їх різних властивостей. Сприйняття дає цілісне уявлення про предмет, явище у вигляді його єдиного образу. Сукупність сприйнять дає водієві уявлення про стан його автомобіля стосовно до інших учасників руху, уявлення про швидкість руху, стан дороги, середовище руху і т. д. Якість сприйняття, тобто його швидкість, повнота і точність, залежать від знань і досвіду водія. Досвідчений водій за однакових умов побачить більше і швидше, ніж новачок.

Особливо велике значення для водія має зорове сприйняття. Важливе значення при швидкісному водінні автомобіля має так зване «відчуття машини», коли досвідчений водій відчуває найменші зміни у положенні автомобіля і в зчепленні коліс з ґрунтом.

### **1.3. Переробка інформації водієм**

Водій при управлінні автомобілем постійно відчуває динамічно змінюване інформаційне поле навколо себе. Його здатність адекватно сприй-

мати інформацію і своєчасно реагувати на мінливу дорожню обстановку має вирішальне значення в забезпеченні безпеки дорожнього руху (БДР).

Сприйманий водієм нижчий інформаційний код включає в себе крім даних, переданих по зовнішній інформаційній системі, такі дані з внутрішньої системи інформації людини, які передаються безпосередньо з боку внутрішнього середовища організму (рис. 1.2) [4].

Сприйняття інформації є формуванням "чуттєвого образу" у центральній нервовій системі водія, яке в подальшому перекодується до подання, адекватне певному об'єкту. Виникає при цьому психічне зображення відтворює властивості і структуру об'єкта. У ході осмислення водієм сприйнятої інформації, що відбувається на рівні реалізації трудових процесів, важливу роль відіграє гіпотеза, суть якої полягає в тому, що за окремими, розрізненими порціями інформації, переданої нижчими кодами (різноманітність об'єктів, явищ), визначаються вірогідні вищі коди.

Сприйманий суб'єктивний образ (психічне зображення) детермінується взаємовідношенням водія до певного об'єкта, а кількість одержуваної при цьому інформації залежить від знайомства з об'єктом, кількості знань про нього, загального стану і пропускну здатності рецепторного апарату аналізаторів, а також від ступеня фонових перешкод, що виникають при дії постійних або випадкових побічних подразників.

Знайомі об'єкти спостереження забезпечують отримання необхідної кількості інформації за менший проміжок часу, тому що обумовлюють наявність у водія досить чіткої і повної постійної функціональної аналізаторної моделі певного об'єкта, сукупність і зміст яких визначаються програмою дії водія. Сприймаючи рецептор, створює тимчасову функціональну модель, яка порівнюється з вказаною постійною функціональною моделлю, у разі збігу рецептор видає інформацію про об'єкт у вигляді нервового імпульсу. Отже необхідна для встановлення тотожності повнота тимчасової функціональної моделі (а отже, час сприйняття, необхідний для її створення) буде тим менше, чим повніше та якісніше буде постійна функціональна модель. Крім цього, проводиться порівняння в системі звірення тимчасових функціональних моделей суб'єктивного образу сприйманих об'єктів з аналогічними моделями, включеними в програму діяльності водія і представляє собою детермінованою на підставі досвіду і кваліфікації основну (загальну) мету діяльності водія.

Діяльність також впливає на формування функціональних систем сприймаючих аналізаторів. Пропускна здатність сприймаючої системи за-

лежить від швидкості надходження інформації та від кількості інформації на число сигналів і оцінюється за появою помилок.

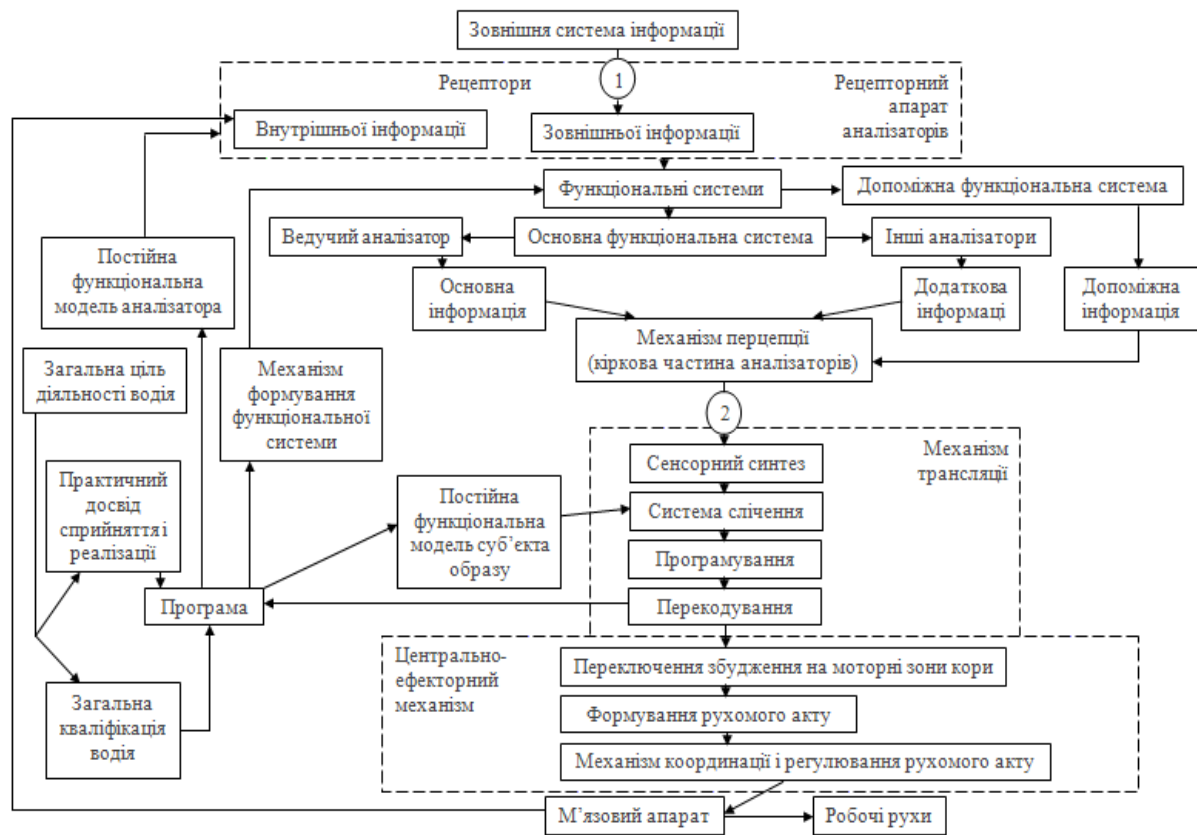


Рис. 1.2 – Схема сприйняття та переробки інформації

Можливі фонові перешкоди ускладнюють "виділення із загальної кількості найбільш важливої інформації та розрізняються між собою за діапазоном впливу залежно від того, на скільки і на які функції вони впливають. Як приклад можна навести зоровий образ водія, інформаційна якість якого є функцією. Яка залежить від багатьох факторів, таких як: газовий склад, температура, вологість повітря в кабіні, шум, вібрації, стан освітленості об'єктів всередині й поза кабіною автомобіля.

Водій при керуванні автомобілем сприймає навколишню обстановку дискретно, хоча сама інформація надходить в органи сприйняття безперервно. Сприйняття інформації відбувається дискретно в моменти "зчитування" нервових імпульсів на виході органів сприйняття (рецепторів), і часто та "зчитування" є функцією швидкості надходження інформації. У момент "зчитування" водій оцінює не тільки збільшення сигналу на будь-який ви-

хід інформаційного каналу, але оцінює також швидкість зміни цього збільшення.

На підставі перспективних значень інформаційних функцій через певне число тактів квантування (опитування) водій створює тимчасову функціональну модель, яка містить планову картину дорожніх умов. Побудована таким чином дискретна тимчасова функціональна модель у системі звірення порівнюється з постійною функціональною моделлю, яка визначає рішення водія про ті чи інші дії при керуванні автомобілем. При цьому необхідно зазначити, що, чим більше ступінь неузгодженості (відмінності) між реально отриманим (сприйнятим) і очікуваним (прогнозованим), тим сильніше будуть виражені у водія емоції аж до утворення неврозів, які виникають від нестачі відомостей про можливість зміни або виходу із ситуації.

Процес сприйняття і переробки інформації, що надійшла, закінчується руховим актом, який є універсальною реакцією водія при впливі на органи управління автомобілів.

Інформація – це повідомлення або отримання знань, відомостей, фактів, відмінних від знань, відомостей, фактів, вже втілених у думки чи дії. Інженерна психологія вивчає питання про кількість інформації, яку здатна сприйняти людина, методи її відбору, переробки та зберігання з метою забезпечення найбільш ефективної діяльності оператора конкретної системи управління [2].

На продуктивність діяльності водія впливають його індивідуальні особливості, умови діяльності й особливості потоку інформації.

До індивідуальних особливостей водія відносяться: психофізіологічні та особистісні якості, рівень його професійної підготовки, вік, фізичні дані та стан здоров'я.

Особливості потоку інформації характеризуються просторовим положенням джерел інформації; швидкістю інформаційного потоку, тобто кількістю інформації, що надходить в одиницю часу; легкістю сприйняття інформації, яка визначається розмірами, контрастністю, взаємним розташуванням і освітленістю цифр, слів, знаків і т. д.

До умов діяльності відносяться: особливості робочого місця (розташування органів управління, приладів, сидіння), оглядовість і видимість, справність техніки, мікроклімат кабіни (вологість, температура повітря і швидкість повітряного потоку).

Інформацією про керований об'єкт є відомості про становище об'єкта управління, режим його роботи, результати впливу на об'єкт з боку людини, яка ним керує, і з боку зовнішнього середовища, а також дані про становище органів управління, що надходять від спеціальних засобів відображення інформації. При керуванні автомобілем такими засобами є прилади, що інформують водія про швидкість руху, роботу систем двигуна та ін. Однак основну інформацію водій отримує не від приладів, а від дороги і середовища руху, що відрізняє роботу водія транспортних засобів від діяльності операторів інших систем управління.

При отриманні, переробці інформації та її реалізації в діяльності водія розрізняють п'ять етапів.

Перший етап – прийом інформації. На цьому етапі відбувається активне виявлення, виділення і сприйняття потрібних сигналів з навколишнього оточення. Джерелом інформації для водія є об'єкти, що знаходяться на проїжджій частині дороги, стан дороги і середовища руху, простір біля дороги, світлофори, дорожні знаки, показання приладів, шум двигуна і шум, що виникає при терті коліс з ґрунтом, вібрація та інші сигнали, що несуть інформацію, необхідну для орієнтування в дорожній обстановці. У водія виробляються навички вибіркового сприйняття найбільш важливої в певний момент інформації. Труднощі в прийомі інформації виникають унаслідок її недостатнього або надлишкового надходження.

Другий етап – переробка інформації. Переробка інформації відбувається шляхом впізнання, оцінки і зіставлення того, що надходить, що дозволяє скласти цілісне уявлення про стан об'єкта управління (автомобіля), його положення щодо інших учасників руху. Сприймана ситуація оцінюється водієм з метою її збереження або зміни. Для сприйняття й оцінки ситуації іноді потрібна мить, але в складних випадках цей час може зростати, що іноді пояснюється і браком необхідної інформації. Починається пошук відсутньої інформації, що досягається зіставленням минулого досвіду з конкретною дорожньою обстановкою. Важливим чинником у процесі переробки інформації є прогнозування, тобто передбачення зміни дорожньої обстановки та виконання дій, які попереджують можливість виникнення аварійної ситуації. Так, наприклад, досвідчений водій, враховуючи можливість гальмування автомобіля, що їде попереду, витримує безпечну дистанцію або при поганій видимості, знаючи, що гальмівний шлях має бути менше відстані видимості, витримує відповідну безпечну швидкість. Нерідко дорожньо-транспортна пригода (ДТП) відбувається внаслідок непра-



вильної оцінки водієм дорожньої ситуації, невміння передбачити її найближчі зміни, а не в результаті запізнілих дій.

Третій етап – прийняття рішень. Якщо з оцінки ситуації випливає, що рішення однозначне, то вибору рішення не відбувається. При наявності декількох способів можливих рішень водій вибирає оптимальний варіант. Однак при цьому збільшується час прийняття рішення. Воно збільшується і при особливо відповідальному рішенні. Швидкість і правильність рішення залежать від професійного досвіду та індивідуальних психофізіологічних особливостей водія. Якщо водій бачить пішохода, який перебігає дорогу, у нього виникає модель пішохода, що рухається і автомобіля, і, якщо зіставлення всієї поточної інформації та минулого досвіду дозволяє оцінити ситуацію як безпечну, він може навіть не гальмувати. Динаміка таких моделей, що виникають у корі головного мозку водія, випереджає зміни обстановки, що дозволяє водієві прогнозувати свої дії.

Четвертий етап – виконання рішень, тобто дії органів управління відповідно до прийнятих рішень. Робочі рухи складаються з двох основних фаз: пошукової (устремління кінцівки з робочого положення до певного важеля або педалі керування) і виконавчої (власної дії). Швидкість і точність дій залежать від ступеня автоматизації рухових навичок. При недостатній автоматизації пошукові дії виконуються свідомо і під контролем зору. При добре автоматизованих навичках пошуковий і виконавчий етапи зливаються в один руховий акт, який виконується без участі зору, автоматично, але під контролем м'язово-суглобового відчуття і свідомості. Такий спосіб дій значно скорочує час виконання рішень.

П'ятий етап – контроль за виконаною дією, який здійснюється за допомогою зворотного зв'язку, що є інформацією про результати керуючих дій водія. Основну інформацію водій отримує від змін у положенні та динаміки автомобіля на проїжджій частині дороги, від зміни його співвідношення з рухомими та нерухомими об'єктами на дорозі та просторі біля дороги, а також від зміни напруги м'язів і амплітуди рухів, зміни положення важелів, педалей і сили їх опору м'язовим впливом, від показань приладів, зміни інтенсивності шуму, вібрації і т. д. Уся ця інформація по каналах зворотного зв'язку надходить до органів почуттів і після її переробки є основою для оцінки зміненої обстановки, прийняття нового рішення і виконання нової дії [2].

Швидкий темп діяльності водія не завжди дозволяє чітко виділити всі п'ять етапів переробки інформації. Ці етапи можуть зливатися. Особли-

во важко розмежувати переробку інформації (другий етап) і прийняття рішення (третій етап).

Здатність людини до сприйняття, переробки та зберігання інформації має кількісне вираження і може оцінюватися в бітах. Біт (двійкова одиниця інформації) визначає, скільки альтернативних виборів треба зробити, щоб одержати правильну відповідь.

Встановлено, що людина не може вирішити просту задачу на розрізнення одиничних сигналів, якщо число сигналів більше 7. При встановленні тотожності граничної кількості стимулів (альтернатив) визначається числом  $7 \pm 2$ .

Передача інформації по різних каналах зв'язку, якими є органи почуттів, відбувається з різною швидкістю, що залежить від їх пропускної здатності. Пропускною спроможністю каналу називається максимальна швидкість, з якою канал може передавати інформацію за одиницю часу. Пропускна здатність людини як максимальна її можливість обробки потоку інформації визначається різними авторами зі значними розбіжностями. Так, наприклад, за даними Д. С. Міллера, В. Ю. Глезера, І. І. Цукермана, пропускна здатність людини змінюється в межах від 5–6 біт/с до 50–70 біт/с [2].

Для скорочення часу переробки інформації велике значення має вміння оператора вибірково сприймати необхідні для його діяльності сигнали. Так, водій сприймає не всі швидкості, зазначені на спідометрі (від 0 до 160 км/год.), а тільки ті, які в певних межах можливо витримувати в даних умовах, наприклад, від 40 до 60 км/год., що зменшує кількість інформації, що надходить. Досвідчені водії правильно розподіляють увагу і сприймають тільки ті об'єкти, які в певних умовах є найбільш важливими з точки зору безпеки дорожнього руху.

В умовах інтенсивного міського руху і при водінні автомобіля на великих швидкостях мають місце інформаційні перевантаження. Виникає нестача (дефіцит) часу, у результаті чого водій не встигає сприйняти і переробити всю інформацію, що надходить і своєчасно виконувати необхідні керуючі дії. Негативний вплив на працездатність водія надає також і брак інформації («сенсорний голод»), який має місце при відсутності на дорозі інших учасників руху, монотонному одноманітному ландшафті, при тривалому русі з постійною швидкістю на прямих ділянках дороги. Гострий брак інформації має місце і при керуванні автомобілем в умовах поганої видимості (вночі, у тумані, при снігопаді і т. д.), що викликає сильне нер-

вово-психічне напруження, що ускладнює сприйняття і переробку інформації. Великий потік інформації, що перевищує дозволені можливості водія, а також її брак нерідко є причинами помилок ДТП.

Пропускна здатність водія як елемента систем ЛТ є функцією типу розв'язуваного ним завдання, ступеня участі його в роботі системи, обсягу виведеної інформації, довжини алфавіту, яскравості, контрастності, розмірів символів і т. д. Наприклад, для випадку зчитування інформації при рівномірному законі надходження будь-яких символів пропускна здатність водія, як оператора, визначається виразом [5]:

$$C = \frac{n \log_2 N}{T}, \quad (1.1)$$

де  $T$  – час відображення інформації, с;

$n$  – число правильно упізнаних символів, од.;

$N$  – довжина алфавіту або число символів, що пред'являються людині в процесі функціонування системи ЛТ.

Оптимальна швидкість прийому і переробки інформації, яка сприймається усіма видами рецепторів та аналізаторів водія, як оператора, дорівнює 0,1 – 5,5 біт/с. Зменшення частоти надходження викликає зниження активності людини-оператора, а збільшення – зменшує швидкість прийому і переробки інформації [6].

При одночасному пред'явленні людині-оператору інформації він здійснює пошук потрібних йому елементів. Витрати часу можуть бути визначені величиною, рівною добутку математичного очікування числа кроків у пошуку (числа рухів очей) на середню тривалість зорової фіксації (с), яка для різних розв'язуваних завдань наведена нижче:

Пошук простих геометричних фігур .....	0,18–0,20
Пошук букв і цифр у таблицях.....	0,30
Пошук умовних знаків .....	0,30
Пошук буквено-цифрових формулярів.....	0,31
Ознайомлення з ситуацією, позначеною умовними знаками.....	0,64
Виявлення змін у знайомій ситуації, позначеній умовними знаками	0,55
Рахунок умовних знаків .....	0,52
Фіксація загоряння або погасання індикатора .....	0,28

Узгодженість потоку  $F_M$  інформації, що надходить на засоби її відображення в системах ЛТ, з потоком  $F_p$  інформації, яка сприймається, переробляється і передається людиною-оператором, визначається умовою:

$$F_q \geq F_M + F_p + F_{\Pi}, \quad (1.2)$$

де  $F_p$  – мовна інформація;

$F_n$  – письмова.

Потік  $F_M$  може бути визначений виразом:

$$F_M = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^K li(A), \quad (1.3)$$

де  $li(A) = n \log_2 \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2\gamma}$  або  $li(A) = n \log N$ ;

$li(A)$  – кількість інформації, що формується  $i$ -м комплексом зовнішніх впливів ( $i = 1, 2, \dots, K$ );

$t$  – час вимірювання або час між двома надсиланнями інформації;

$n$  – число вимірюваних значень параметрів або точок контролю;

$(x_{\max} - x_{\min})$  – діапазон зміни контрольованої величини;

$\gamma$  – похибка вимірювання;

$N$  – довжина алфавіту повідомлення.

Інформація  $F_p$  сприймається людиною-оператором за допомогою телефону, селекторного та інших видів зв'язку і може бути визначена за формулою:

$$F_p = \phi_c \sum_{j=1}^{\Phi} p(j) \log_2 p(j), \quad (1.4)$$

де  $\phi$  – кількість фонем усної мови;

$p(j)$  – ймовірність появи  $j$ -й фонемі;

$\phi_c$  – кількість фонем у повідомленні.

При відомому для будь-якого роду діяльності значенні питомої інформації на одну фонему  $F_{y\phi}$  мовна інформація може бути визначена виразом:

$$F_p = \phi_c F_{y0}. \quad (1.5)$$

Кількість письмової інформації:

$$F_n = m_0 \sum_{\mu=1}^N p_{\mu} \log_2 p_{\mu}, \quad (1.6)$$

де  $m_0$  – кількість букв у повідомленні;

$N$  – довжина алфавіту;

$p(\mu)$  – ймовірність появи  $\mu$ -й букви.

При  $F_q \geq F_M + F_P + F_{II}$  людина здатна переробляти інформацію, що надходить в допустимий час  $T_{ч,доп}$ , тобто у цьому випадку дотримується умова  $T_q < T_{ч,доп}$ .

Якщо виявляється  $F_q \geq F_M + F_P + F_{II}$ , то людина-оператор припускається помилок (пропуски сигналів і ознак, спотворення сигналів, затримка в передачі сигналів) або спостерігається відмова від виконання завдання. У цьому випадку доводиться зменшувати кількість інформації, що надходить в заданий часовий інтервал, або збільшувати швидкість переробки інформації людиною, що може бути досягнуто за рахунок удосконалення процесу його навчання. Час переробки заданої кількості інформації зменшується в міру підвищення ступеня навченості відповідно до виразу:

$$T_q = (T_{q0} - T_{ocm})e^{-k_1 t} - T_{ocm}, \quad (1.7)$$

де  $T_{q0}$  – час переробки інформації людиною в початковий період навчання;

$T_{ocm}$  – час переробки інформації при  $t \rightarrow \infty$ ;

$t$  – час навчання;

$k_1$  – коефіцієнт, що характеризує постійну часу навчання.

Залишковий час  $T_{ocm}$  при  $t \rightarrow \infty$  обумовлюється психофізіологічними можливостями людини і формами відображення інформації.

У більшості випадків для опису якості діяльності в системах ЛТ доцільно застосовувати деякий критерій  $\eta$  [7], що враховує як характеристики точності, так і своєчасності виконання завдання. Характеристики можуть по-різному залежати від стану людини-оператора, тому доцільно оцінювати кожну з них залежно від тих чи інших значень параметрів.

Якщо стан людини-оператора характеризується набором параметрів  $\xi_1, \dots, \xi_k$ , то залежність  $\eta$  від  $\xi_1, \dots, \xi_k$  може бути апроксимована поліномом:

$$\eta = P(\xi_1, \dots, \xi_k) = \theta_0 + \theta_{1\xi_1} + \dots + \theta_k \xi_k + \sum_{ij} \theta_{ij} \xi_i \xi_j. \quad (1.8)$$

Розглянутий поліном є лінійним щодо невідомих величин  $\theta$ .

Якщо число  $N$  одночасних замірів всіх параметрів  $\xi_i$  і відповідного їм значення  $\eta$  дорівнює числу параметрів  $k$ , то визначення  $\theta$  зводиться до вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Якщо неможливо збільшити число вимірювань і зробити  $N > k$ , то для визначення величин  $\theta$  доцільно використовувати метод найменших квадратів.

Лінійна частина полінома відображає залежність критерію якості  $\eta$  від кожного параметра стану  $\xi_i (i = 1, \dots, k)$  окремо. Квадратична частина враховує спільний вплив на критерій  $\eta$  всіляких парних комбінацій параметрів виду  $\xi_i \xi_j (i, j = 1, \dots, k)$ .

При  $N > k$  точність апроксимації залежності  $\eta$  від  $\xi_1, \dots, \xi_k$  характеризується величиною:

$$S^2 = \frac{1}{N-k} \left( \sum_{n=1}^N y_n^2 - \hat{\theta} \sum_{n=1}^N y_n x_{1n} - \dots - \hat{\theta}_k \sum_{n=1}^N y_n x_{kn} \right), \quad (1.9)$$

де  $y_n$  – спостережувані значення  $\eta(t)$  у моменти часу  $t_n$ ;

$x_{in}$  – значення в  $\xi_i(t)$  зазначені моменти.

Точність прогнозу із заданим рівнем значущості визначається за формулою:

$$M_{\eta \pm} = M_{\eta} \pm tS \sqrt{D_{\eta}}, \quad (1.10)$$

де  $t$  – числовий параметр, що залежить від прийнятого рівня значущості обсягу вибірки  $N$ ;

$M_{\eta}$  і  $D_{\eta}$  – відповідно математичне очікування і дисперсія критерію якості  $\eta$ .

Для  $N \geq 50$  параметр  $t = 1,96$  для рівня значимості 0,95 і  $t = 1,2$  для рівня значимості 0,90. Для малих вибірок значення параметру  $t$  збільшуються. Так, при рівні значимості 0,95 для  $N = 20$  параметр  $t = 2,10$ ; для  $N = 15$  параметр  $t = 2,15$ ; для  $N = 10$  параметр  $t = 2,20$ , для  $N = 5$  параметр  $t = 2,60$ .

Таким чином, описаний метод дозволяє прогнозувати якість діяльності людини-оператора за характеристиками психофізіологічного стану, який реєструється безпосередньо до виконання роботи, припускаючи, що його стан у процесі роботи не буде істотно змінюватися.

Відповідно до рекомендацій, наведених у роботі [8], інтегральний показник якості роботи людини-оператора може бути представлений у вигляді:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{k_1} X_i^{(\eta_1)} K_i^{(\eta_1)}}{k_1} + \frac{\sum_{j=1}^{k_2} [M^{(\Delta\eta^2)} + 3\sigma_j^{(\eta^2)} \bar{K}^{(\eta^2)}]}{k_2}, \quad (1.11)$$

де  $k_2$  – число заданих основних параметрів, що визначають тимчасові характеристики певного режиму управління;

$k_1$  – число основних параметрів, що визначають точність витримання режиму в певних точках;

$X_i^{(\eta_1)}$  – моментні відхилення основних параметрів керованого процесу в певних точках;

$M_j^{\Delta\eta^2}, \sigma_j^{(\eta^2)}$  – статистичні показники, що відображають середні відхилення  $j$  параметрів від заданих значень і їх варіантність;

$K_j^{\eta_1}, K_j^{(\eta^2)}$  – вагові коефіцієнти, які відповідають заданим точносним і часовим параметрам керованого процесу;

$(\eta_1), (\eta_2)$  – індекси, що відображають приналежність параметрів що входять у формулу, до точносних і тимчасових характеристик керованого людиною процесу відповідно.

При безперервному управлінні зв'язок між сприйманою людиною інформацією, тобто вхідним сигналом  $x$ , і його моторними діями, тобто вихідним сигналом  $y$ , може бути описана системою лінійних диференціальних рівнянь. Якщо реалізований людиною закон управління має кілька характерних ділянок, то в моделі діяльності передбачається переключення

з однієї системи диференціальних рівнянь на іншу. Кожній такій ділянці відповідає своя передатна функція людини-оператора  $W = dy/dx$  [9].

Вид передавальних функцій, а отже, і вигляд диференціальних рівнянь визначаються конкретно реалізованим законом управління і зазвичай встановлюється на основі експериментальних даних методами, широко використовуваними в теорії автоматичного управління.

У більшості випадків передатна функція людини-оператора має вигляд [5]:

$$W(p) = \frac{ke^{-\tau p}(T_{\phi}p + 1)}{(T_{u.o}p + 1)(T_{нм}p + 1)}, \quad (1.12)$$

де  $T_{\phi}$  – коефіцієнт форсуючої ланки;

$T_{u.o}$  – коефіцієнт інтегруючої ланки, обумовленої інерційністю відпрацювання людиною вхідної інформації та прийняття рішення;

$T_{нм}$  – коефіцієнт інтегруючої ланки, обумовленої нервово-м'язовою затримкою людини;

$\tau$  – чисте латентне запізнювання, обумовлене тренуваністю людини-оператора;

$\frac{T_{\phi}p + 1}{T_{u.o}p + 1}$  – оператор, що характеризує стабілізуючі властивості людини в системі ЛТ;

$e^{-\tau p}$  – оператор, що враховує природну затримку реакції людини;

$\frac{1}{T_{нм}p + 1}$  – оператор, що відображає динаміку нервово-м'язової системи людини.

Використання такого виду передавальних функцій для опису керуючої діяльності людини-оператора дозволяє наочно уявити фізичну сутність його різних характеристик як активного елементу системи управління.

Оператор  $\frac{k(T_{\phi}p + 1)}{T_{u.o}p + 1}$  характеризує здатність людини змінювати свої динамічні властивості за особливостями конкретного керованого об'єкта і характером вхідних сигналів.

Інерційність людини-оператора  $\frac{1}{T_{u.o}p + 1}$  пояснюється необхідністю узагальнення інформації, яка сприймається людиною.



Для навчених операторів  $\tau = 0,1 \dots 0,3$  с. Нижня межа  $\tau$  характерна для випадків, коли людина-оператор має можливість використовувати деяке передбачення при безперервно змінюваному вхідному сигналі  $x_0(t)$ . Верхня межа  $\tau$  відповідає випадкам стрибкоподібної зміни  $x_0(t)$ . Якщо аналізується багаторазово змінювана величина за повторюваним законом, то  $\tau$  – зменшується до значення 0,008 с.

Постійна часу  $T_{u.o.}$  збільшується з ускладненням законів зміни вхідних змінних  $x_0(t), x(t)$  і зі зростанням обсягу вхідної інформації. Значення  $T_{u.o.}$  визначається також і засобами відображення інформації (чим вони досконаліше, тим менше  $T_{u.o.}$ ).

Оператор ( $T_{\phi}p+1$ ) характеризує здатність людини упереджувати розвиток процесу управління (регулювання). Зміною постійної  $T_{\phi}$  людина прагне компенсувати інерційність об'єкта управління і власну інерційність.

Конкретні структури передатної функції людини-оператора і числові значення її параметрів можна вказати тільки для певних завдань. Слід зазначити, що значення цих параметрів залежать від стану людини-оператора і тому в багатьох завданнях управління, регулювання та контролю їх слід розглядати як випадкові величини. При цьому визначаються закони розподілу зазначених величин і певні завдання вирішуються методами статистичного моделювання.

Загальний обсяг інформації, що переробляється людиною в системі ЛТ в одиницю часу, може бути представлений у вигляді суми [10]:

$$I = I_u + I_k + I_c = \sum_1^{m_g} \Delta I_g + \sum_1^{m_k} \Delta I_k + \sum_1^{m_c} \Delta I_c, \quad (1.13)$$

де  $I_u, I_k, I_c$  – норми інформації, що передається по каналах впливу, контролю та зв'язку відповідно, які забезпечують функціонування системи ЛТ за заданою програмою;

$\Delta I_g, \Delta I_k, \Delta I_c$  – норми інформації, що надходить від окремих датчиків у каналах впливу, контролю та зв'язку відповідно;

$m_u, m_k, m_c$  – число входів системи ЛТ, на які людина-оператор впливає, і сумарне число датчиків сигналів контролю та зв'язку в кожному каналі відповідно.

Найбільша частка інформації про керований процес в системі ЛТ надходить до людини в результаті здійснюваного ним інформаційного по-

шуку, який залежно від завдань, що вирішуються людиною в системі ЛТ, може зводитися до неселективного пошуку, або перерахунку сигналів, в інформаційному полі, до пошуку і виділення інформації за заданим еталоном, до виявлення змін в інформаційному полі, до поставлення об'єктів у чергу для обслуговування [11].

При виконанні неселективного пошуку, або перерахунку сигналів, аналіз елементів поля обмежується операцією виявлення, тобто виділення їх з фону. При операції виділення корисної інформації елементи інформаційного поля зв'язуються з записаними в оперативній пам'яті еталонами.

У цілому процес інформаційного пошуку можна представити у вигляді сканування поля зображення напівпрозорою маскою з прорізанним в ній вікном і послідовного перебору всіх елементів поля. Час сканування складається з добутку середньої тривалості зорових фіксацій і числа кроків пошуку. Під останнім розуміється число пошукових макрорухів очей або зорових фіксацій. Тривалість зорової фіксації є величиною відносно постійною для певного завдання і умов сприйняття і не залежить від загального числа об'єктів, що знаходяться на інформаційному полі, і особливостей окремих знаків усередині однорідного алфавіту.

При стійкій тактиці пошуку час пошуку  $\tau$  є функцією загального обсягу відображення інформації  $N$ , числа критичних елементів  $N_{кр}$ ,  $t_{\phi}$  тривалості фіксації  $t_{\phi}$  показника оперативного поля зору  $n$ :

$$\tau = f(N, N_{кр}, t_{\phi}, n). \quad (1.14)$$

Оскільки  $n > 1$ , то й час пошуку інформації до першого успішного результату визначається за формулою:

$$\tau_1 = \left( \frac{N}{n} + 1 \right) t_{\phi} / (N_{кр} + 1). \quad (1.15)$$

При обліку інструментальних помилок фіксації результатів інформаційного пошуку, латентного періоду першого стрибка очі і т. п. формулу (1.14) можна привести до вигляду:

$$\tau_1 = \frac{(\frac{N}{n} + 1)}{N_{кр} + 1} (t_{\phi} + \delta), \quad (1.16)$$

де  $\delta$  – константа, що дорівнює в різних умовах діяльності людини в системах ЛТ приблизно 1...2 с.

Можливість прогнозування витрат часу оператора на виконання пошукових завдань становить безперечний практичний інтерес, проте вимагає ретельного обліку факторів, що впливають на час інформаційного пошуку.

Загальний час, що витрачається оператором на інформаційний пошук, визначається за формулою:

$$t_{u.n.} = \sum_{j=1}^{\gamma} \Delta t_j n_j, \quad (1.17)$$

де  $\Delta t_j$  – середній час пошуку одного елемента  $j$ -ї групи;

$n_j$  – число звернень до елементів  $j$ -ї групи;

$\gamma$  – число груп елементів.

Особливим видом інформаційного пошуку є почерговий вибір серед всієї множини об'єктів спочатку тих, що належать до першого класу, потім – до другого і т. д. Вирішення цього завдання вимагає повторних сканувань інформаційного поля. При цьому можливе скорочення обсягу сканування на кожному наступному кроці внаслідок запам'ятовування розташування частини сигналів. Для першого й останнього класів при загальному їх числі понад вісім годин сканування інформаційного поля виявляється менше, ніж для проміжних класів. Це пояснюється шумовим взаємовпливом сусідніх в упорядкованому ряду еталонних образів або ознак класів в оперативній пам'яті людини, що призводить до неоднакової збудженості (потенціалу) цих образів.

При числі об'єктів, що перевищує обсяг оперативної пам'яті, відбувається перехід до послідовного, циклічного сканування інформаційного поля, при цьому число сканувань стає рівним числу градацій шкали пріоритетності, або, що те ж саме, числу класів об'єктів [12].

У процесі управління, здійснюваного за приладами, основний вплив на час інформаційного пошуку надає частота розподілення уваги оператора, або частота переведення погляду з одного приладу на інший.

Видима середня тривалість фіксації погляду на прочитування показання приладу [13]:

$$\bar{t}_{\phi} = \frac{1}{1-p} (k \log_2 \frac{A}{\sigma} + \Delta\tau), \quad (1.18)$$

де  $A$  – середньоквадратичне значення вимірюваної величини;  
 $\sigma$  – середньоквадратичне значення помилки зчитування;  
 $\Delta\tau$  – час переведення погляду;  
 $p$  – ймовірність фіксації погляду на прочитування свідчення приладу;  
 $k$  – коефіцієнт приведення величини до розмірності  $\Delta\tau$ .

З останнього виразу випливає, що час фіксації погляду на приладі пропорційний інформаційній продуктивності процесу.

Якщо оператору пред'являються показання приладів незалежно від того, якими вони мають бути для кожного з режимів роботи об'єкта контролю та управління, то ймовірність помилкових відліків виявляється істотно більшою, ніж у випадку, коли оператору необхідно визначити лише відхилення в показаннях від необхідних значень. В останньому випадку оператор встигає сприйняти й осмислити сутність зазначених відхилень за час експозиції 0,3...0,5 с, що дозволяє йому переключати увагу зі швидкістю 2 рази за секунду [14].

Управління рухом автомобіля характеризується циркуляцією керуючої інформації між компонентами системи. Всі потоки інформації в системі ВАДС замикаються на водія, який на основі переробки інформації, що надходить видає інтегративний закон керуючих впливів, що призводить до зміни положення об'єкта управління.

На рис. 1.3 наведена схема інформаційного процесу, в якій показані види інформації та замкнуті контури циркуляції інформаційних потоків [15,16].

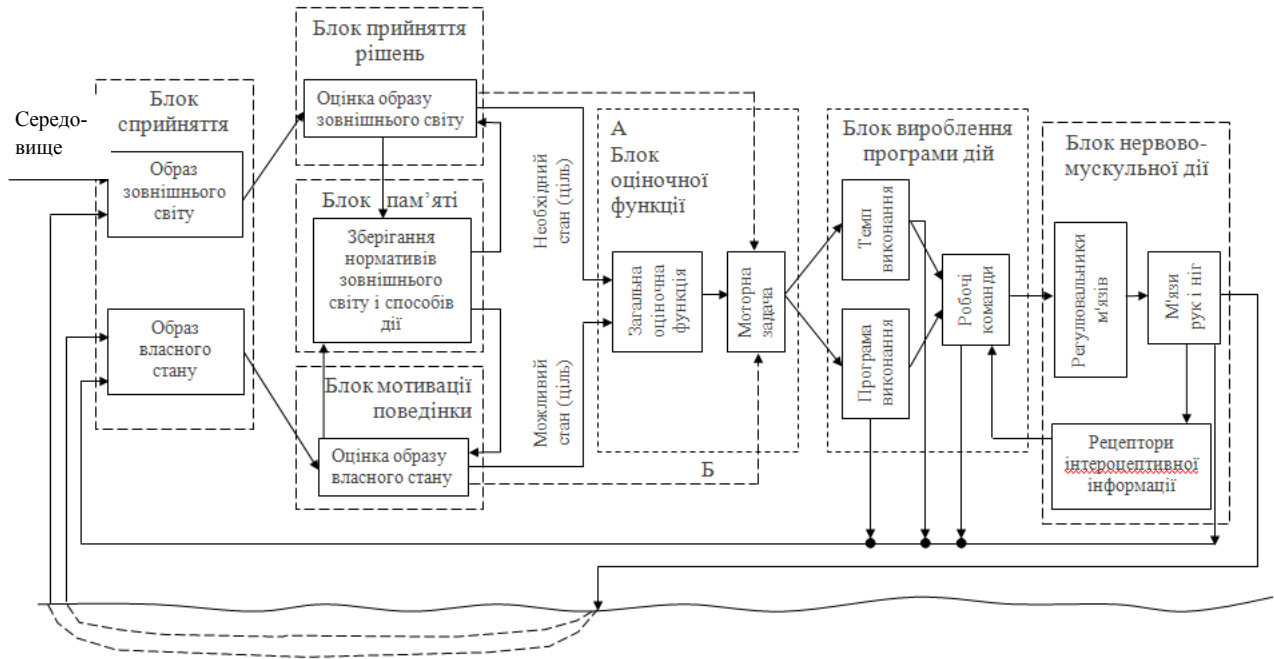


Рис. 1.3 – Схема інформаційного процесу, керуючого виконавчою діяльністю водія

Прийом інформації здійснюється за допомогою зовнішніх і внутрішніх входів, в яких формуються образи зовнішнього світу і власного стану водія. Зовнішні та внутрішні входи – вся сукупність аналізаторів, що беруть участь у прийомі інформації. Ця сукупність аналізаторів об'єднується під загальною назвою «блок сприйняття». Будь-який аналізатор включає чутливі клітини (рецептори), що сприймають і перетворюють роздратування, провідні нервові шляхи, периферичні та проміжні фільтри інформації, а також відповідні ядра кори головного мозку. На виході аналізаторів формуються первинні чуттєві образи сприйняття.

У результаті сприйняття зовнішнього середовища формується образ зовнішнього світу, сприйняття внутрішнього середовища – образ власного стану. В образ власного стану включаються як пози і рухи, так і об'єктивні відносини між потребами водія і зовнішнім середовищем. Оцінка цих відносин проводиться за допомогою блоку мотивації поведінки і призводить до виникнення емоцій. Оцінка образу зовнішнього світу виробляється у блоці прийняття рішення і призводить до прийняття рішення про здійснення того чи іншого маневру на дорозі. В оцінці образів зовнішнього світу і власного стану беруть участь уявлення про мету діяльності та можливий стан системи в певний момент часу. Результати оцінки образів потрапляють в систему загальних оціночних функцій, що працює як апарат стежен-

ня за попередніми оцінками. Додаткові входи в цей блок, показані пунктирними стрілками, – це випереджаючі зв'язки. Зв'язок А описує рухові реакції у зв'язку з упізнаною загрозою аварії, зв'язок Б – всі класи рухової цілеспрямованої вивченої поведінки, здійснюваної автоматично. Реалізація випередження здійснюється за допомогою блоку загальної оціночної функції, який представлений в головному мозку адаптивною моторною системою (моторна кора). Збільшення активності зв'язку Б призводить до автоматичного гальмування процесів зіставлення сигналів по обох каналах Л і Б і замикання зв'язку А. У результаті реакція водія протікає автоматично. Збільшення ж активності зв'язку А призводить до зниження активності зв'язку Б і виведення контролю за процесом управління автомобілем на рівень свідомості.

Іншими словами, полегшення проведення імпульсів по сенсорних шляхах супроводжується їх гальмуванням у неспецифічній системі й навпаки. Відбувається це залежно від того, яка інформація в цьому випадку більш необхідна організму. Пропускання інформації по шляху, що включає блок прийняття рішення і зв'язок А, ідентичний обробці інформації за допомогою пошукового каналу. Проходження інформації через «блок мотивації поведінки» і зв'язок Б ідентичне її обробці в автоматизованому каналі. Управління рухом реалізується саме за допомогою блоку загальної оціночної функції, який здійснює постановку моторного (рухового) завдання. Результатом вирішення моторного завдання є вироблення програми і темпу виконання. Програма виконання являє собою вказівки про послідовність здійснення операцій з управління за допомогою кінцівок, тимчасові відносини та зміни зусиль.

Далі розташований блок поточного управління (блок робочих команд), який надсилає сигнали в руховий апарат. Блок вироблення програми дій і поточного управління анатомічно представлений в людині моторною системою. Руховий апарат включає м'язи та його регулятори – рухові нервові клітини.

Система ВАДС, за формою є слідкуючою. Водій в системі забезпечує зміну вихідної характеристики таким чином, що вона стежить за зміною вхідного сигналу. Наприклад, водій змінює траєкторію і швидкість руху відповідно до мінливого дорожнього середовища. Процес стеження може протікати у трьох формах: компенсаторній, що переслідує і стеження з передбаченням.

При компенсаторному стеженні водій сприймає лише помилку між

заданими і фактичними станами автомобіля. Такий тип стеження характерний для утримання заданої відстані від автомобіля до кромки або осі проїзної частини дороги (управління автомобілем за допомогою кермового колеса). Характерною ознакою компенсаторного стеження є постійне значення вхідного сигналу в часі.

Стеження, що переслідує, характеризується тим, що водій сприймає не тільки величину неузгодженості між заданим і фактичним станом автомобіля, але і самі стани, їхні параметри. Обсяг сприйняття при такому спостереженні розширений. Водій бачить не тільки зміни відстаней між автомобілем і краєм проїзної частини, а й вигини дороги, зустрічні автомобілі, пішоходів і подібне. Такий тип стеження характерний для орієнтації автомобіля щодо автомобілів зустрічного транспортного потоку. Ознакою стеження, що переслідує є випадковий характер сигналу.

При спостереженні з передбаченням водій миттєво зводить до нуля неузгодженість між заданим і фактичним станом автомобіля. Такий тип стеження можливий тільки у випадку, коли водій має великий досвід роботи і може передбачати зміну характеристик дороги.

При і компенсаторному стеженні й такому, що переслідує, водій працює в замкнутому контурі управління: вихідна характеристика системи подається на її вхід. При спостереженні з передбаченням водій працює у відкритому контурі управління. Зворотний зв'язок ослаблений. Різноманітність дорожніх ситуацій призводить до того, що робота водія в режимі спостереження з передбаченням стає явищем вкрай короткочасним. Велику частину часу займає компенсаторне стеження і таке, що переслідує. Слідкування з передбаченням характерне для дуже досвідчених водіїв, які неодноразово їздили по певній дорозі. У результаті у них складаються уявлення про характер заданої функції (функції зміни параметрів дорожнього середовища в часі). У таких водіїв уже сформовані динамічні стереотипи дій (системи взаємозалежних умовних рефлексів), що призводить до зміни змісту концептуальної моделі, за допомогою якої з самого початку контролювався процес регуляції керуючих рухів. Процес рухів «йде» за межі свідомості. Контроль простежування рухів здійснюється на основі лише деяких ознак внутрішнього стану організму водія. Все це дозволяє водієві виконувати керуючі дії автоматично, а увагу розподіляти між значимими сигналами дорожнього середовища.

Недостатньо досвідчений водій змушений стежити за своїми діями, що ускладнює сприйняття всього розмаїття сигналів, що надходять від до-

рожного середовища.

Особливої вивчення вимагає поведінка водія в аварійних ситуаціях. Тут вирішальну роль відіграє інтервал часу, необхідний для прийняття рішення, і кількість інформації, що надходить із середовища в одиницю часу. Відсутність у необхідний відтинок часу сигналу на виході блоку прийняття рішення сигналізує про виникнення вкрай небезпечного стану, в якому мозок не може впоратися з поставленими перед ним завданнями. У результаті управління відкритою діяльністю беруть на себе більш старі в генетичному відношенні підкіркові структури, що є механізмом регуляції емоцій. Переробка інформації здійснюється автоматично на основі міцно закріплених умовно-рефлекторних зв'язків. Відсутність таких зв'язків призводить до перекидання автоматичного пошуку рішення в зону безумовних рефлексів. Відкрита діяльність стає інстинктивною. Свідома діяльність зникає, а має місце імпульсивна поведінка.

У імпульсивному поведінці емоції є командним сигналом для вчинення дій. За формулою Т. Стокфельта [17]:

$$D_b = \mathcal{E} \leftrightarrow (E_g - I_m) \leftrightarrow C, \quad (1.19)$$

де  $\mathcal{E}$  – величина емоційного імпульсу;

$C$  – кількість знань (звичка);

$E_g$  – позитивна тенденція проявити навик (потенціал збудження);

$I_m$  – негативна тенденція проявити навик.

Формула (1.19) свідчить про те, що в аварійній ситуації емоції виступають у ролі командного сигналу на вчинення дії [18]. Процес керування автомобілем контролюється на основі ознак зміни внутрішнього стану організму, у ролі якого виступає емоційне напруження.

Поведінка водія в системі ВАДС визначається часом запізнювання, статичною та динамічною характеристиками, передавальної функцією.

Час запізнювання (латентний період) – відтинок часу, протягом якого після програми зовнішнього впливу не відбувається зміна вихідної характеристики водія. Цей час витрачається на прийом інформації, її обробку, вироблення рішення і передачу її виконавчим органам. Тривалість часу запізнювання залежить від інтенсивності зовнішнього впливу, що можна апроксимувати за допомогою наступної формули [19]:



$$\tau = \tau_0 + \frac{a_{26}}{\lg J / J_0}, \quad (1.20)$$

де  $\tau$  – час запізнення, с;

$\tau_0$  – мінімальний час запізнювання при досить великій інтенсивності, с;

$J / J_0$  – відношення певної інтенсивності до інтенсивності, яка відповідає пороговій умові;

$a_{26}$  – стала, що залежить від типу подразника, умов руху і стану водія.

Мінімальний час запізнювання  $\tau_0$  на об'єкт, що рухається, приблизно дорівнює 0,15 с.

Час запізнювання істотно залежить від складності дорожньої ситуації, в якій водієві доводиться здійснювати управління автомобілем. Так, залежно від кількості інформації  $H$ , що припадає на один подразник, час запізнювання:

$$\tau = a_{27} + a_{28}H, \quad (1.21)$$

де  $a_{27}, a_{28}$  – сталі ( $a_{27} \approx 0,15$  с,  $a_{28} \approx 0,03$  с/біт).

Кількість інформації можна визначити за формулою К. Шеннона:

$$H = -\sum_{i=1}^{n_6} p_i \log_2 p_i, \quad (1.22)$$

де  $p_i$  – ймовірність появи 1-го подразника;

$n_6$  – число альтернативних подразників.

Залежно від числа логічних умов час запізнювання описується формулою:

$$\tau = 1,6a_{29}^{n_i}, \quad (1.23)$$

де  $n_i$  – число логічних умов;

$a_{29}$  – коефіцієнт, що залежить від ступеня автоматизації процесу прийняття рішення (1,5–2,0);

1,6 – час запізнювання при граничній кількості інформації, друге може зберігатися в короткочасній пам'яті.

Залежно від величини перевантаження час запізнювання описується формулою:

$$\tau = 0,21(1 + \frac{x}{l_n}) + r_2(0,01 + 0,5 \frac{x}{l_n}), \quad (1.24)$$

де  $r_2$  – величина перевантаження в одиницях g;

$x$  – відстань від напрямку погляду людини до подразника у площині, перпендикулярній до лінії погляду, м;

$l_n$  – відстань від людини до площини розміщення подразника по лінії погляду, м.

Час запізнювання залежить від форм, розмірів подразника, місця його впливу, частоти впливу подразників, ступеня тренуваності, статі, віку, стану водія і т. д. Так, час запізнювання при реагуванні на сигнал світлофора натисканням на педаль гальма після прийому алкогольних напоїв збільшується на 0,3 с. Різноманіття факторів, що впливають на час запізнювання, свідчить про те, що цей час – випадкова величина з законом розподілу, близьким до нормального [15].

Наявність часу запізнювання є ознакою нелінійності системи. Дослідження нелінійних систем та їх моделювання становлять відомі труднощі. Тому для спрощення приймають, що якщо зміна вихідної характеристики водія відрахована від початку координат, перенесеного в точку  $t = \tau$ , то водія можна розглядати як лінійну систему, а її нелінійність характеризувати величиною  $\tau$  – часом запізнювання.

#### **1.4. Психофізіологічні особливості керування автомобілем на високих швидкостях**

Швидкість автомобіля грає важливу роль у підвищенні його продуктивності.

Чим більше швидкість автомобіля, тим вище його продуктивність. Навіть невелике збільшення швидкості дає значний економічний ефект. Так, наприклад, якщо середня швидкість вантажного автомобіля становить 21,1 км/год., то збільшення цієї швидкості всього на 3–5 км/год буде рівносильне збільшенню парку вантажних автомобілів у країні на 250–300 тис. одиниць [2].

Разом з тим, чим вище швидкість автомобіля, тим небезпечніше рух. Так, якщо прийняти показник ризику загибелі пасажирів при ДТП на швидкості руху 65 км/год. за одиницю, то при швидкості 80 км/год. цей показник буде дорівнює 1,5, при швидкості 96 км/год. – 2,5, при швидкості 112

км/год. – 6 і при швидкості 128 км/год. – 20. Більше 40% ДТП пов'язано з перевищенням водіями швидкості. І це найбільш важкі пригоди, які часто закінчуються загибеллю людей.

У вирішенні суперечності між швидкістю й аварійністю полягає одне з головних завдань організації дорожнього руху. У принципі питання про обмеження швидкості зрозуміле. Для забезпечення безпеки руху це абсолютно необхідно. Питання полягає в тому, наскільки слід обмежити швидкість. Це питання не можна вирішувати однозначно, тому що ступінь обмеження залежить від багатьох факторів. До них належать інтенсивність руху, стан доріг, технічні особливості автомобілів, видимість, час доби, метеоумови і рівень організації дорожнього руху.

Межі швидкості визначаються і психофізіологічними можливостями людини. Вже в цей час вимоги до водія нерідко перевищують його можливості. І це має місце не тільки при управлінні спортивними та оперативними автомобілями, але і звичайними серійними при водінні їх на великих швидкостях або при високій інтенсивності руху. У цьому випадку говорять про дефіцит часу, який виникає при високому темпі роботи.

Темп роботи – це швидкість, з якою один рух змінюється іншим. При наростанні темпу в один і той же час збільшується число операцій. Темп роботи може бути довільним або нав'язаним (вимушеним). При довільному темпі час відповіді не обмежений і подразник виявляється до тих пір, поки випробуваний не відреагує на нього. При нав'язаному темпі пред'явлення подразника обмежене часом і він вимикається незалежно від відповідних операцій випробуваного [2].

Приклад, перед випробуванням спалахує червона або зелена лампочка. Червону лампочку він повинен гасити натисканням на праву кнопку відповіді, зелену – на ліву. При довільному темпі кожна чергова лампочка буде горіти до тих пір, поки випробуваний не погасить її натисканням на відповідну кнопку. При нав'язаному темпі лампочки спалахують і гаснуть через певні проміжки часу (наприклад, через 1 с) незалежно від реакцій випробуваного. Працювати в нав'язаному темпі важче. Якщо цей темп перевищить дозволені можливості випробуваного, виникають пропуски і помилки.

В умовах інтенсивного дорожнього руху або при управлінні автомобілем на великих швидкостях водій працює переважно в нав'язаному темпі, тому що всю інформацію від дороги він отримує на обмежений час. Унаслідок швидкої зміни дорожньої обстановки обмежено і час його відповід-

них реакцій. Нав'язаний темп діяльності особливо яскраво виражений у критичних дорожніх ситуаціях, які часто виникають несподівано. При збільшенні швидкості або інтенсивності руху нерідко виникає дефіцит часу. Водій не встигає сприймати всю необхідну для безпечного керування автомобілем інформацію, у результаті чого припускається помилок або не виконує необхідні керуючі дії.

За даними А. І. Вайсмана, в умовах великого міста за 1 годину роботи водій таксі обганяє  $4,5 \pm 3,08$  автомобілів і, незважаючи на заборону, подає  $3,67 \pm 0,55$  звукових сигналів, кожний з яких позначає аварійну ситуацію. Такі навантаження призводять до швидкого стомлення водіїв і зниження їх працездатності.

Спеціальними дослідженнями Я. І. Бронштейна встановлено, що в умовах інтенсивного міського руху водій виконує на 1 км шляху 40–50 робочих операцій. При швидкості 20 км/год автомобіль проходить 1 км за 180 с і на одну операцію в середньому припадає 3,6–4,5 с. Відповідно при швидкості 30 км/год. на одну операцію припадає 2,4–3,0 с; при швидкості 40 км/год. – 1,8–2,5 с. Темп роботи при швидкості 40 км/год. вже недоступний багатьом водіям. Вони починають пропускати деякі дії, допускають помилки, які при несприятливому збігу обставин призводять до ДТП.

Якість сприйняття водіїв при управлінні автомобілем на високих швидкостях знаходиться у прямій залежності від їхньої кваліфікації: більш досвідчені водії диференціюють сприйняття і засвоюють найбільш важливу інформацію, а менш важливу пропускають; недосвідчені водії часто пропускають і важливу інформацію, що може призвести до ДТП. Регулюючи швидкість руху автомобіля, водій, якщо він не знаходиться у транспортному потоці, сам встановлює для себе оптимальний темп роботи з урахуванням його психофізіологічних можливостей і дорожньої обстановки.

Для надійного управління автомобілем на великих швидкостях необхідні не тільки гарна професійна підготовка і досвід, але також знання психофізіологічних особливостей швидкісного водіння. Так, слід знати, що поле зору зі збільшенням швидкості звужується. У спокої бінокулярний зір (двома очима) при нерухомих очних яблуках складає  $120^\circ$ . При швидкості 50 км/год. поле зору звужується до  $105^\circ$ , при 100 км/год. – до  $50^\circ$ , а при 160 км/год. – до  $5^\circ$ . За межами цих секторів водій нічого побачити не може. У результаті збільшується небезпека зіткнення або наїзду на об'єкти, що переміщуються з узбіччя дороги до її центру. Необхідно також враховувати, що коли два автомобілі на великій швидкості рухаються назустріч

один одному, то внаслідок звуження поля зору водії «гублять» зустрічні автомобілі раніше, ніж вони порівнюються.

При збільшенні швидкості збільшується дальність зосередження погляду на дорозі. Отже, якщо при швидкості 50 км/год. достатньо фіксувати погляд на 150 м, щоб розглянути об'єкт на дорозі, то при швидкості 160 км/год. ця відстань збільшується до 700 м. Можливість наїзду на об'єкти на відстані, коли водій не може їх бачити, розглянути і, отже, відреагувати, збільшує ймовірність ДТП.

Особливо небезпечний рух на високих швидкостях у транспортному потоці, коли автомобілі рухаються на близькій відстані один від одного і водії позбавлені свободи маневру. У таких умовах необхідно бути гранично зібраними і уважним. Однак виникле при цьому нервово-психічне напруження швидко стомлює водіїв, що може бути причиною помилок.

Рух на великих швидкостях небезпечний також і тому, що у 2–3 рази зростає час реакції водія і водночас збільшується гальмівний шлях, який проходить автомобіль за цей час.

Для безпеки дорожнього руху велике значення має вміння водія правильно оцінювати швидкість руху автомобіля. Встановлено, що навіть досвідчені водії нерідко переоцінюють свої можливості в оцінці швидкості. При цьому в 40 % випадків вони припускаються помилок у бік заниження швидкості свого автомобіля. Спеціальне дослідження 55 водіїв-професіоналів показало, що тільки 35 % з них вміють правильно визначати швидкість. За даними В. Н. Іванова, такі водії складають 50 % [2].

Визначення швидкостей зустрічних автомобілів і тих, що обганяють ще складніше, отже, і помилку в оцінці їх швидкості допустити легше.

Відчуття швидкості залежить від відстані зони миготіння до очей водія. Зона миготіння наближається при збільшенні швидкості автомобіля (виникає ілюзія наближення) і при зменшенні відстані від очей водія до дорожнього покриття або до об'єктів на узбіччі дороги. Останнє має місце при звуженні дороги. Тому на широких дорогах, які проходять в степу, де немає об'єктів на узбіччі, швидкість недооцінюється. На вузьких вулицях, дорогах через ліс і гори швидкість переоцінюється. Коли у водія немає орієнтирів (опорних пунктів), то швидкість завжди здається менше фактичної.

Одна і та ж швидкість по-різному сприймається і оцінюється при їзді на вантажному і легковому автомобілі. На легковому вона завжди здається більше, ніж на вантажному. Це пояснюється тим, що відстань до дорожнього покриття від очей водія на легковому автомобілі менше, ніж на ван-

тажному. Відчуття швидкості залежить також від зміни шуму двигуна і шуму тертя шин об ґрунт, від зміни швидкості, вібрації, видимості та інших факторів.

На ділянках дороги, де обмежень швидкості немає, водії при її виборі мають враховувати конкретну дорожню обстановку і свої можливості. Але дорожню обстановку залежно від досвіду і своїх індивідуальних особливостей вони оцінюють по-різному. У результаті близько 15 % водіїв ведуть автомобілі зі швидкістю, яка значно перевищує швидкість основного транспортного потоку. Це створює небезпечні ситуації при несподіваному виникненні будь-яких перешкод на дорозі.

Велика швидкість сама по собі не впливає на організм людини, але психологічне значення її досить велике. Вона є сильним емоційним чинником, що викликає збудження, пов'язане з приємними переживаннями. Так, до психофізіологічних особливостей діяльності водія слід віднести стан, який називають «сп'янінням швидкістю». При цьому водій переоцінює свої можливості, стає менш обережним, у результаті чого допускає помилки, що створюють загрозу для безпеки дорожнього руху. Знаючи можливість виникнення такого стану, водії в подібних ситуаціях мають бути особливо обережними, уважними і більш критичними до своїх дій і вчинків.

### **1.5. Особистісні характеристики водія в його діяльності**

З точки зору психофізіології, особистість – це сукупність індивідуально виражених психічних і фізичних, вроджених і набутих властивостей людини. Для правильного розуміння дій і вчинків водіїв у складних дорожніх умовах, для розробки науково обґрунтованих методів їх виховання і навчання необхідно не тільки вивчити окремі психічні якості (увагу, мислення, сенсомоторні реакції і т. д.), які характеризують людину, а й основні особистісні властивості кожного водія. До цих властивостей відносяться: потреби, спрямованість, інтереси, здібності, темперамент і характер.

Потребами називаються психічні стани, пережиті людиною, коли вона відчуває потребу в чому-небудь. Потреби діляться на матеріальні (потреби в одязі, їжі, житлі тощо) і духовні (потреби в праці, спілкуванні з людьми, набутті знань, естетичні потреби тощо).

Спрямованість особистості – сукупність поглядів і переконань людини, які стали керівними у його діяльності. Спрямованість включає спо-

нування людини, що визначають його активність і вибіркове ставлення до людей і роботи.

Під інтересами розуміють ставлення людини до предметів, явищ життя, яке характеризується позитивною емоційною забарвленістю і прагненням пізнати ці предмети і явища, опанувати ними. Інтереси людей розрізняють за спрямованістю, за їх широтою і стійкістю. Інтереси властиві всім людям, але це не означає, що інтереси всіх людей однакові. Навпаки, перше, що розрізняє людей, – це спрямованість їхніх інтересів, тобто кінцеві цілі, які переслідуються інтересами.

Здібності – це індивідуальні особливості психіки, від яких залежить успішність будь-якої діяльності. Здібності людини не вроджені, уродженими є задатки. Розвиток же задатків залежить від умов життя, навчання та виховання. Задатки людей зазвичай виявляються рано. Людині здатній легше навчатися, опановувати тими чи іншими видами діяльності. Проте і з меншими здібностями можна добитися успіху за рахунок працьовитості й компенсації відсутніх якостей іншими. Так, наприклад, уповільнені реакції, емоційна нестійкість, легке відволікання уваги є якостями, що ускладнюють діяльність водія. Ці недоліки можуть бути компенсовані підвищеним напруженням уваги, волевим зусиллям, своєчасним і точним прогнозуванням розвитку дорожньої обстановки. Шляхом наполегливого тренування водій може зменшити час реакцій, виробити велику емоційну стійкість і підвищити якість уваги.

Здібності людини до професійної діяльності водія автомобіля в основному визначаються наступними якостями:

- 1) хороший фізичний розвиток, витривалість, достатня спритність і хороша координація рухів;
- 2) легкість формування рухових навичок;
- 3) високий ступінь розвитку органів чуттів, особливо органів зору та суглобово-м'язового чуття;
- 4) швидкість і точність сенсомоторних реакцій;
- 5) швидкість і точність визначення швидкості руху і просторових відносин;
- 6) гарний розподіл, швидка переключеність і висока стійкість уваги;
- 7) хороша зорова й оперативна пам'ять, висока готовність пам'яті;
- 8) наполегливість, рішучість, сміливість, терпіння;
- 9) технічне мислення, інтерес до професійної діяльності;
- 10) емоційна стійкість, самовладання, дисциплінованість;

11) ініціативність, кмітливість.

Люди відрізняються один від одного не тільки за спрямованістю, інтересам, здібностям, але і за темпераментом. Одні – живі, енергійні, рухливі, тоді як інші – мляві, повільні, малорухомі. Ці індивідуальні особливості є зовнішнім вираженням темпераменту людини.

Темперамент – це психічна властивість особистості, що характеризується динамікою протікання психічних процесів. Розрізняють чотири основних темпераменти: сангвінік, холерик, флегматик, меланхолік.

Сангвінік – людина швидка, рухлива, відразу переключається від однієї справи до іншої, із швидкою зміною настроїв, які не залишають у її свідомості глибокого сліду. Змінювані емоційні стани відбиваються в міміці, жестах. Сангвінік характеризується кмітливістю і здатний виконувати завдання, якщо вони не дуже важкі. Сангвінік у стосунках з людьми відрізняється високою комунікабельністю, налаштований оптимістично, але покvapливий у прийнятті рішень [20].

Холерик володіє сильними і швидкими психічними реакціями, легко збуджується від дії зовнішніх подразників, внутрішні почуття і переживання найчастіше мають яскравий зовнішній прояв. Холерик нестриманий, запальний. Емоції виявляються бурхливо та яскраво. Почуття такої людини охоплюють цілком і залишають після себе глибокий слід. Холерик володіє великою енергією і активністю. У порівнянні з іншими типами нервової системи цей тип менш схильний до страху, рішучий, ініціативний, діє з великим емоційним підйомом.

Флегматик – людина повільна, врівноважена, спокійна, зміна настрою відбувається повільно, зовнішнє вираження переживань слабе. Флегматик стійкий до зовнішніх подразників, з малоактивною мімікою, жестами невиразними, повільної промовою. Представники цього типу нервової системи довго обдумують майбутні дії, рідко і насилу переключаються на інший вид діяльності.

Меланхолік найменш стійкий тип нервової системи зі слабкими нервовими процесами, для якого характерна повільна зміна настрою. Характеризується одноманітністю почуттів, які часто знаходять зовнішній прояв. Часто нестриманий і нерідко замкнений. Відрізняється низькою товариськістю і нерішучістю дій, млявістю і пасивністю.

У чистому вигляді темпераменти зустрічаються дуже рідко. Людина, як правило, поєднує в собі низку рис, характерних для кількох темпераментів. Темперамент впливає на темпи протікання психічних процесів і про-



являється в поведінці, вчинках і діях людей. Темперамент людини залежить від типу вищої нервової діяльності і визначається врівноваженістю і рухливістю двох нервових процесів – збудливого і гальмівного [2].

Сила нервової системи людини виражається у здатності протистояти високим психічним і фізичним навантаженням.

Врівноваженість водія виражається у співвідношенні сил роздратування і збудження, що обумовлює його стійкість настрою. При цьому відсутня підвищена дратівливість.

Рухливість нервових процесів характеризує легкість переходу від стану збудження до стану гальмування, і навпаки, а також можливість вільного переключення між різними видами діяльності та швидка пристосованість до нових обставин.

В умовах інтенсивного міського руху водій має своєчасно і точно сприймати швидкоплинну дорожню обстановку і виконувати необхідні керуючі дії, часто вибирати одну із двох протилежних дій, таких як: обганяти чи ні, гальмувати або не гальмувати. Своєчасно припиняти розпочаті дії, швидко переключати увагу на об'єкти дороги, показання контрольних приладів і т.д. Ці особливості діяльності водія висувають дуже високі вимоги до рухливості та врівноваженості його нервових процесів [2].

У сангвініка нервові процеси сильні, рухливі та врівноважені. У холерика – сильні, рухливі, але не врівноважені. У флегматика – сильні, врівноважені, інертні. У меланхоліка нервові процеси слабкі, не врівноважені, можуть бути рухомі або інертні.

Сангвінік краще проявляє себе в умовах міського руху, але недостатньо стійкий до дії монотонних подразників. Є ймовірність засипання за кермом при русі на довгі дистанції при одноманітному ландшафті.

Холерик активний, але недостатньо стриманий, тому він швидко стомлюється, що знижує його надійність при тривалих поїздках.

Флегматик врівноважений і спокійний. Його висока витривалість до монотонних подразників робить його придатним до далеких рейсів.

Меланхолікові характерна нерішучість, розгубленість у складній обстановці, тому він найменш придатний для діяльності водія.

Важливою рисою особистості є характер. Характер – це сукупність найбільш стійких психічних рис особистості певної людини, що виявляються в її вчинках та діях.

Характер формується в діяльності людини, у процесі її навчання і виховання. Однак не можна заперечувати і значення темпераменту у фор-

муванні характеру. Легше формувати характер в осіб сангвінічного темпераменту, в основі якого лежить сильний тип нервової діяльності з високою рухливістю нервових процесів. Важче формувати характер у флегматика, протікання нервових процесів якого відрізняється малою рухливістю. Необхідно також враховувати, що при одному і тому ж характері люди холеричного темпераменту будуть вести себе інакше, ніж сангвінік або меланхолік. Тому характер є «сплавом» вроджених і набутих форм поведінки, але вирішальна роль у формуванні характеру завжди належить вихованню та навчанню.

Стійкі психічні властивості чи риси характеру дозволяють певною мірою передбачати поведінку людини в різних життєвих ситуаціях, зокрема прогнозувати дії та вчинки водіїв у процесі керування автомобілем, що має враховуватися при навчанні та підборі водіїв до різних видів професійної діяльності.

Риси характеру, яким надається таке велике значення, можна розділити на чотири групи [2].

Перша група висловлює найбільш загальне ставлення людини до суспільних явищ і подій: принциповість або безпринципність, оптимізм чи песимізм.

Друга група визначає ставлення людини до інших людей: товариськість або замкнутість, відвертість або скритність, чуйність чи черствість, довірливість або підозрілість.

Третя група – це риси характеру, які виражають ставлення людини до праці: працьовитість або лінощі, охайність або недбалість, ініціатива або відсталість, прагнення подолати труднощі або боязнь їх.

Четверта група – риси характеру, що визначають ставлення людини до себе: висока вимогливість або самозаспокоєність, сором'язливість чи хизування, самокритичність або зазнайство, скромність або зарозумілість, егоїзм або альтруїзм.

Характер людини багатогранний, але не являє собою просту суму окремих психічних рис. Ці риси перебувають у складному поєднанні, деякі з них є провідними. Провідні риси характеру впливають не тільки на вибір людиною професії, а й на те, як він виконує свою роботу.

*Питання для самоперевірки та контролю знань*

1. Що являється об'єктом та предметом ергономіки?
2. Яка класифікація методів ергономіки?
3. Які завдання вивчає інженерна психологія на автомобільному транспорті?
4. Які бувають аналізатори?
5. У чому полягає значення сприйняття і відчуття в діяльності водія?
6. Які етапи переробки інформації водієм?
7. Які особливості керування автомобілем на великих швидкостях?
8. У чому полягає механізм формування темпераменту?

## **2. ПРОФЕСІЙНО ЗНАЧУЩІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДІЯ**

### **2.1. Індивідуально-типологічні властивості**

Розглянуті в попередньому розділі особистісні властивості роблять значний вплив на професійну діяльність водія.

Основні характеристики нервових процесів (сила збудливого і гальмівного процесів, їх врівноваженість, рухливість, динамічність і лабільність) накладають свій відбиток на професійну діяльність у галузі, хоча різні професії висувають вимоги до різних властивостей і категоричність цих вимог різна. Індивідуально-типологічні особливості мало змінюються протягом професійного шляху і відносяться до найбільш стабільних властивостей. При цьому слід пам'ятати, що одна й та сама типологічна властивість може мати як позитивні, так і негативні (з точки зору професійної успішності) прояви: слабкість нервових процесів визначає низьку межу працездатності і в той же час високу чутливість; інертність нервових процесів виявляється в малих показниках швидкості нервової діяльності і в міцності тимчасових зв'язків і т. д. Таким чином, природна недостатність у сфері однієї функції компенсується перевагою у сфері іншій, не менш важливою. А різні типи вищої нервової діяльності необхідно розглядати не як різні ступені досконалості нервової діяльності, а як «різні способи урівноваження організму із середовищем» [21]. Це найважливіше положення, сформульоване Б. М. Тепловим, породило великий цикл досліджень, спрямованих на виявлення саме тих властивостей, завдяки яким працівники з протилежними типологічними властивостями досягають рівної професійної успішності. Обумовлена типологічними особливостями система способів, яка складається в людини, що прагне до найкращого здійснення певної діяльності, отримала назву індивідуального стилю діяльності [22]. Поняття «індивідуальний стиль» включає в себе не тільки зовнішні практичні способи дії. До індивідуального стилю належать також способи і прийоми організації психічної діяльності, наприклад, способи розумових дій, організації уваги і т. п.

Основним у цих способах і прийомах є своєрідне співвідношення орієнтовної та виконавчої діяльності. В одних випадках уявний план дій дуже деталізований і більшою мірою створюється до процесу їх здійснення, а в процесі виконання він змінюється незначно. В інших випадках уявний план дій, створюваний до їх здійснення, має схематичний характер, а в

процесі виконання значно деталізується і видозмінюється. У першому варіанті пізнавальна, орієнтовна діяльність головним чином здійснюється до виконання і лише потім поєднується з виконавчою. У другому – пізнавальна, орієнтовна діяльність в основному протікає одночасно й у поєднанні з виконавчою.

Залежно від цієї основної ознаки індивідуального стилю впливає і різне співвідношення контрольної та виконавчої діяльності. Якщо пізнавальна, орієнтовна діяльність більшою мірою здійснюється до виконання, то контролюючі дії займають більше місце у процесі виконання. У зворотному випадку їх питома вага менша.

Обидва ці типи індивідуального стилю спостерігаються при виконанні як фізичної, так і розумової праці, у практичній і теоретичній діяльності, при вирішенні завдань різного ступеня складності й у людей різних вікових груп. Це пояснюється двома причинами. По-перше, тим, що будь-яка діяльність людини обов'язково вимагає органічного зв'язку і єдності орієнтованої, контролюючої та виконавчої діяльності. По-друге, тим, що характер і форма цього зв'язку в будь-якій діяльності визначаються найбільш загальними і типовими властивостями нервової системи – силою і рухомістю нервових процесів.

Наступний ознака індивідуального стилю полягає в тому, що характерні для нього способи і прийоми дії мають узагальнений характер. Вони застосовуються однією і тією ж людиною не в якій-небудь специфічній ситуації діяльності або при вирішенні будь-яких специфічних завдань, а в найрізноманітніших ситуаціях і навіть у різних видах діяльності.

Формування індивідуального стилю вимагає достатнього осмислення вимог діяльності та ступеня доцільності застосовуваних способів дії. Тільки за такої умови людина може свідомо відібрати способи і прийоми роботи, що відповідають її можливостям і разом з тим досить доцільні за певних вимог діяльності [3]. Таким є вплив типологічних особливостей на результативність і характер виконання професійних завдань окремим працівником.

Залежно від індивідуально-типологічних властивостей водія, у нього по-різному відбувається зміна функціонального стану.

Зміна функціонального стану водія впливає на ступінь його стомлення і, у кінцевому підсумку, на безпеку роботи системи ВАДС.

Функціональний стан водія визначається шляхом реєстрації електрокардіограми та розрахунком показника активності регуляторних систем

(ПАРС) організму за методикою проф. Баєвського Р. М. [20].

Детальніше про функціональний стан та методи його оцінки описано в третьому розділі.

Результати вибіркового експериментального дослідження з оцінки функціонального стану водіїв різних темпераментів наведені на рис. 2.1. Дослідження проводилися протягом двох годин за тим же маршрутом на легкових автомобілях однакового класу з 8 до 10 години [20].

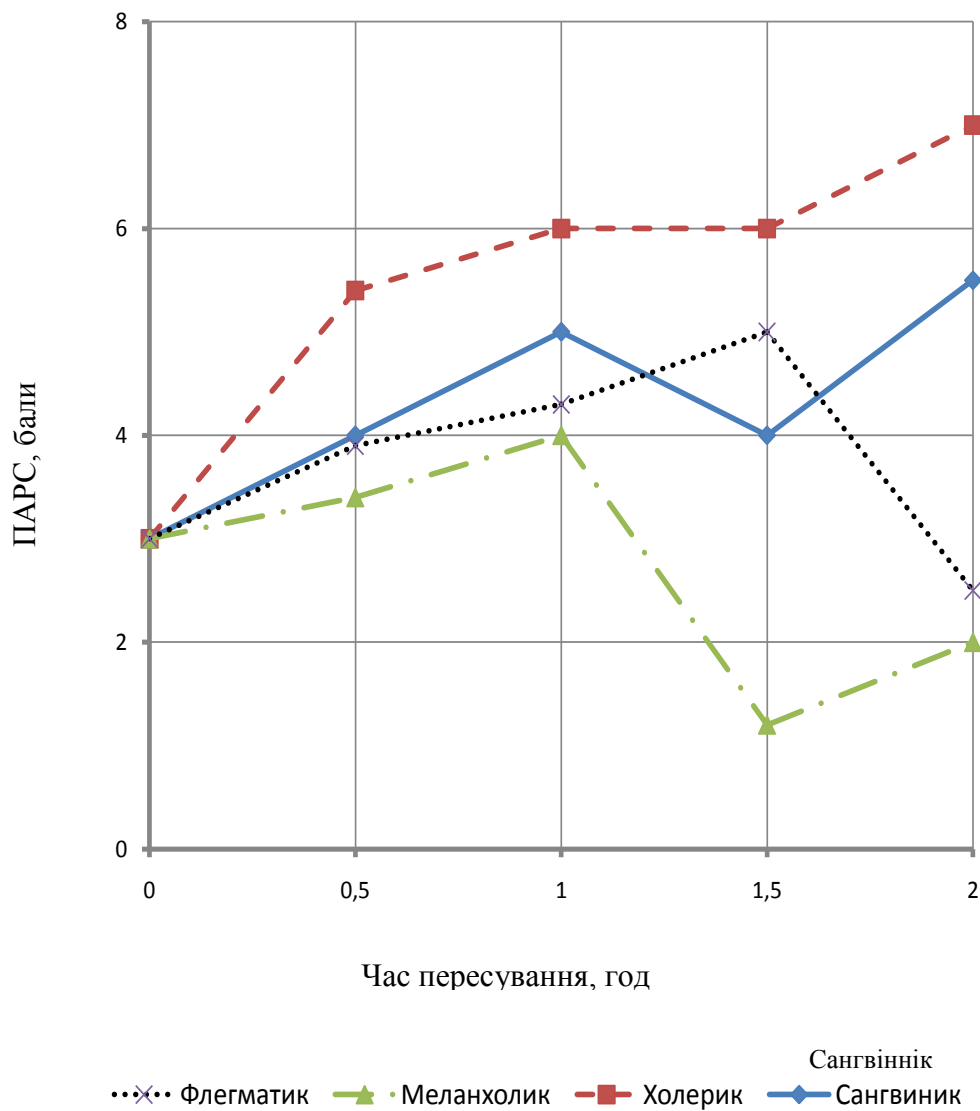


Рис. 2.1 – Зміна функціонального стану водіїв різних темпераментів у часі

З рис. 2.1 видно, що водій з темпераментом холерика відчуває найбільшу напругу. Відповідно, він значно раніше інших буде втомлюватися, і ймовірність прийняття неадекватних рішень у нього буде вищою.

ПАРС водія-сангвініка в першу годину їзди підвищується незначно, потім дещо знижується і підвищується до кінця другої години.

ПАРС водія-флегматика підвищується протягом півтори години, потім до кінця другої години повертається в початковий стан.

Водій-меланхолік практично не відчуває напруги. ПАРС у нього знаходиться в нормі. Деяке його підвищення, далі різке зниження може бути пояснено його розгубленістю в складній ситуації і запізненням прийняття рішень.

## **2.2. Сенсомоторні властивості**

У будь-яку трудову діяльність так чи інакше включена система дій. У різних видах праці вони мають різний характер, проте для всіх дій, у тому числі не тільки моторних, але і сенсорних, і розумових, характерні [3]:

- 1) доцільність (цілеспрямованість);
- 2) адекватність поточної побудови дії поточному стану об'єкта праці;
- 3) опосередкованість дії знаряддями праці;
- 4) поліефекторність трудових дій, що означає можливість виконання однієї й тієї ж дії за допомогою різних груп м'язів;
- 5) певне співвідношення фіксованих, автоматичних і мінливих компонентів;
- 6) громадська обумовленість трудових дій, що виражається в тому, що вони регулюються не тільки людиною, яка виконує їх, але й іншими людьми.

Аналізуючи загальну будову діяльності, А. Н. Леонтьєв підкреслює, що людська діяльність не існує інакше, як у формі дії або ланцюга дій. «Одна і та ж дія може виконувати різні діяльності, може переходити з однієї до іншої. Це відносно самостійні процеси, підпорядковані свідомій меті» [23].

Спосіб, яким виконується дія, А. Н. Леонтьєв позначає поняттям «операція». Операція відповідає умовам дії, а не безпосередньо меті. Тому за допомогою одних і тих же операцій можуть здійснюватися різні дії. У свою чергу одна і та ж мета при зміні умов, в яких вона позначена, може досягатися за допомогою різних операцій. «Отже, в загальному потоці дія-

льності, який утворює людське життя в її вищих, опосередкованих психічним відображенням проявах, аналіз виділяє, по-перше, окремі діяльності – за критерієм спонукаючих мотивів. Далі виділяються дії – процеси, що підкорюються свідомим цілям. Нарешті, це операції, які безпосередньо залежать від умов досягнення конкретної мети. Ці «одиниці» людської діяльності й утворюють її макроструктуру»[24].

Розрізняють три основних параметри трудових дій: силовий, просторовий, часовий. На ранніх етапах розвитку техніки провідним був силовий чинник. Збільшення ролі просторового і тимчасового компонентів призвело до все більшого поділу великих силових рухів на більш дрібні дозувальні, що забезпечують більш точну диференціацію сили удару або тиску.

Із розвитком комплексної автоматизації та механізації трудових процесів змінюється як регулювання трудових дій (зростає роль розумових дій), так і характеристика основних параметрів руху (силових, просторових і часових) [24]. В операціях з органами дистанційного управління, як і в багатьох інших видах виробничої діяльності, рухи стають дозованими. М'язова напруга в цих рухах диференціюється нібито на нижньому порозі зусилля.

При управлінні автомобілем в умовах дефіциту часу якість роботи водія залежить від швидкості й точності його дій у відповідь на різні подразники (сигнали). Подразником може бути будь-яка інформація, яка надходить до водія від дороги, автомобіля і середовища руху. У відповідь на ці сигнали він натискає на педаль гальма і педаль керування дроселем, повертає кермове колесо, оперує важелями перемикачів передач і т. п. Такі дії у відповідь на подразники називаються психомоторними, або сенсомоторна реакція. Таким чином, сенсомоторна реакція – це виконання рухового акта на якийсь подразник, що сприймається органами чуттів [2].

Реакції бувають прості та складні. Проста реакція полягає у швидкій дії на заздалегідь відомий подразник. Складна реакція пов'язана з вибором правильної дії з декількох альтернативних. Розрізняють прихований (латентний) і моторний періоди будь-якої реакції. Латентний період – це час від початку появи подразника до моменту реагування на нього. Моторний період - це час виконання відповідної дії. З точки зору роботи водія важливе значення має латентний період складної реакції. Його тривалість залежить від складності дорожньої ситуації, від досвіду водія, його стану та індивідуально-психологічних особливостей. Складна реакція вимагає значно бі-



льше часу, ніж проста. Час реакції залежить від напруження уваги водія. Раптова поява небезпеки значно збільшує час реакції [2].

Реакції водіїв уповільнені в перші 1–2 години роботи (період початку праці). Далі їх тривалість зменшується і зберігається протягом 4–5 годин (період стійкої роботи). Потім час реакції збільшується внаслідок появи втоми у водія.

Складна реакція вимагає значно більшого часу, ніж проста. Дослідження, проведені в науково-дослідному інституті автомобільного транспорту, показали, що середній час оцінки обстановки через дзеркало заднього виду становить 1,88 с, а середній час оцінки обстановки на нерегульованому перехресті – 2,45 с. Час складної реакції на гальмівний сигнал може коливатися від 0,4 до 1,5 с і більше. Сприйняття складних маршрутних показчиків вимагає 3–4 с. Чим більше швидкість руху, тим довше час реакції водія [2].

У діяльності водія переважають складні реакції. Йому постійно доводиться оцінювати дорожню обстановку, яка швидко змінюється, і вибрати відповідну керуючу дію з низки можливих. Реакції водія при керуванні автомобілем характеризуються правильністю і точністю. Наприклад, реакція вважається неправильною, якщо водій переплутає напрямок і поверне ліворуч замість того, щоб повернути праворуч. Однак реакція може бути правильною, але неточною. Наприклад, якщо водій поверне праворуч, але занадто круто, на великій швидкості, це може бути причиною аварії. Точність реакції визначається здатністю водія правильно оцінювати відстань, швидкість і напрямок руху свого автомобіля та інших учасників руху.

Важливою якістю реакцій водія є їх своєчасність. Ситуація на дорозі швидко змінюється, і запізнілі реакції, наприклад, при гальмуванні, повороті, можуть бути причинами ДТП. Якщо час моторного періоду реакції більш-менш постійний, то латентний період (час прийому інформації, її оцінка та прийняття рішення) – величина змінна і коливається в широких межах. Латентний період реакції залежить від швидкості та інтенсивності руху. Чим більше швидкість і інтенсивність руху, тим більшу кількість інформації переробляє водій в одиницю часу, тим більше буде час латентного періоду і реакції в цілому.

Велике значення для безпеки дорожнього руху має вміння водія при зміні обстановки досить швидко зупинити розпочату дію і виконати іншу, іноді протилежну за напрямком. Наприклад, водій почав повертати, але в цей час на проїжджій частині дороги у напрямку повороту з'явився пішохід

і треба або повернути кермове колесо у зворотний бік або загальмувати. Час реакції людини постійний, він змінюється навіть протягом доби в межах  $\pm 13\text{--}27$  мл с.

Час реакцій залежить і від інтенсивності уваги водія, тобто від ступеня напруги уваги при сприйнятті дорожньої обстановки. Раптова поява небезпеки може значно збільшити час реакції. Так, наприклад, при керуванні автомобілем на порожніх вулицях у нічний час, коли інтенсивність уваги і готовність різко знижені, виникнення аварійної обстановки для водія завжди несподіване, у результаті чого час відповідних реакцій різко зростає.

В умовах інтенсивного міського руху, коли посилюється увага, час реакції значно зменшується. У цьому випадку водій буде швидше реагувати на зміну дорожньої обстановки. Якщо водій має час для підготовки до виконання маневру і веде автомобіль з підвищеною увагою, наприклад, при обгоні, тривалість реакції при гальмуванні приймають рівною 0,75 с. Якщо несподівано з'являється перешкода, – 1,5 с. У Швейцарії на автомагістралях з розділовою смугою тривалість реакції беруть рівною 2 с, на звичайних дорогах – 1 с. В Австралії при розрахунках, пов'язаних з рухом у місті, беруть час реакції, рівний 0,75 с, у замських умовах – 2,5 с, при визначенні відстаней обгону – 3 с. Спеціальні дослідження В. Н. Корастильова та ін. показали, що час реакції збільшується зі зростанням швидкості.

В оригінальному експерименті з використанням лабораторного обладнання Р. Ротенбергом та ін. встановлена середня величина часу реакції при екстремому гальмуванні – 1,236 с [25]. Разом з тим автори вважають, що у водія немає чітко визначеного часу реакції. Тому можна говорити лише про ймовірність цього показника. Так, показник 1,236 с отримано з імовірністю 50 %. Встановлено залежність часу реакції з оцінками, що характеризують професійну майстерність водіїв. Так, при екстремому гальмуванні час реакції у чудових водіїв був до 1,16 с, у хороших – 1,16–1,60 с, у звичайних – понад 1,60 с. У всіх випадках час реакції перевищував середній показник 0,8 с.

Час реакції збільшується і в темний час доби. За даними А. В. Шумова, час реакції водія на перешкоду в темний час доби зростає в середньому на 0,6–0,7 с. Ступінь збільшення часу реакції у водіїв у цей період коливається в широких межах [2].

Збільшується час реакції з віком, а досвід літніх водіїв, зокрема вміння прогнозувати зміну дорожньої обстановки, далеко не завжди компенсує це збільшення. Тому особливо небезпечне перевищення швидкості водіями літніми, оскільки на високих швидкостях у них значно частіше виникає дефіцит часу.

Різка уповільнення реакції відзначається у водіїв при прийомі навіть малих доз алкоголю. Час реакції в цих випадках може збільшуватися в кілька разів, причому не тільки безпосередньо у стані сп'яніння, а й певний період після нього, наприклад, на другий день після прийому алкоголю. Збільшення тривалості реакції та порушення її точності у водіїв при управлінні автомобілем у стані сп'яніння є основними причинами їх помилкових дій.

Від часу реакції водія залежить гальмівний шлях автомобіля при екстреному гальмуванні. Загальний час реакції включає в себе час реакції водія, час спрацювання приводу гальм і час дії гальм. Деякі результати досліджень оцінки часу реакції водіїв у транспортних заторах наведені на рис. 2.2 та 2.3 [26].

На рис. 2.2 наведені зміни часу реакцій ( $t_p$ ) трьох водіїв у першому транспортному заторі. При цьому різниця часу реакцій ( $\Delta t$ ) у них перед транспортним затором і після наступна:  $\Delta t_{p1} = 0,7$  с;  $\Delta t_{p2} = 0,2$  с;  $\Delta t_{p3} = 0,8$  с.

На рис. 2.3 наведені зміни часу реакцій цих же водіїв у другому транспортному заторі. Відповідні зміни часу реакцій у них такі:  $\Delta t_{p1} = 0,8$  с;  $\Delta t_{p2} = 0,7$  с;  $\Delta t_{p3} = 1,1$  с.

Як видно із рисунків, час реакції водіїв після другого транспортного затору в порівнянні з першим зростає. Відповідно значення наступні: у першого – на 0,1 с, у другого – на 0,5 с, у третього – на 0,3 с. Збільшення часу реакції водія призводить до збільшення гальмівного шляху автомобіля при екстреному гальмуванні.

Для запобігання наїзду на пішохода, особливо якщо він з'явився на дорозі несподівано для водія, час реакції відіграє вирішальну роль. Дослідження наслідків ДТП показали, що в 70 % випадках шлях автомобіля після наїзду на пішохода не перевищував 1 метра. При швидкості автомобіля 50 км/год. скорочення гальмівного шляху на 1-1,5 м можливе при зменшенні часу реакції водія на 0,1 с [2].

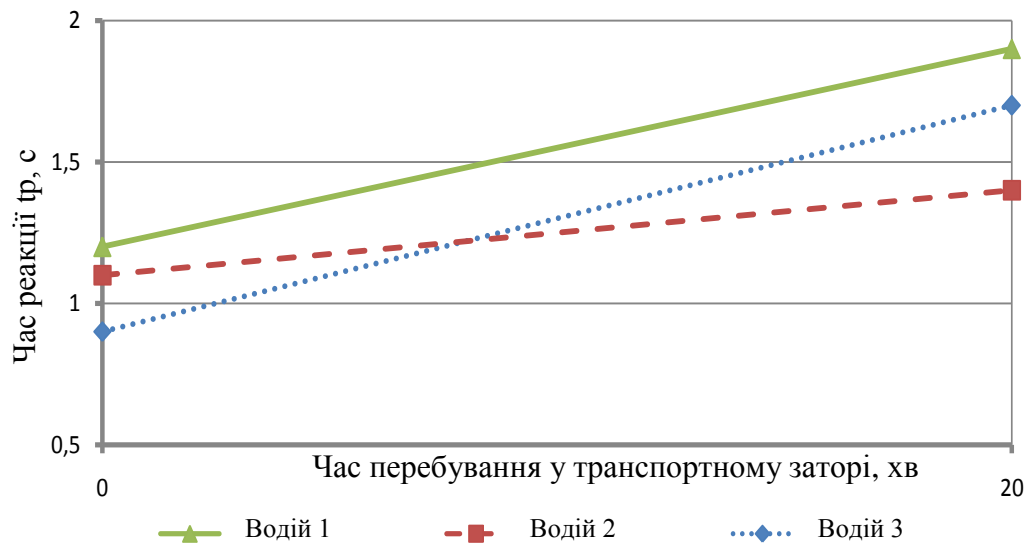


Рис. 2.2 – Зміна часу реакції водіїв у період перебування в першому транспортному заторі

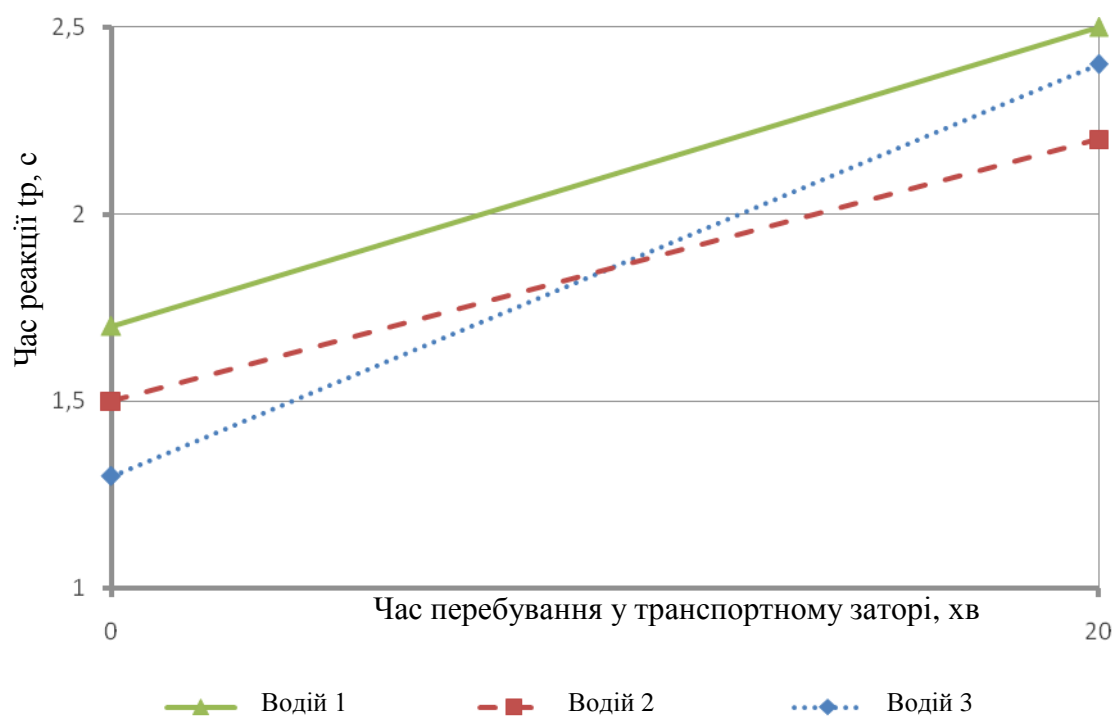


Рис. 2.3 – Зміна часу реакції водіїв у період перебування у другому транспортному заторі

### 2.3. Значення уваги в роботі водія

У роботі водія увага займає провідне місце у забезпеченні БД. При аналізі причин ДТП, пов'язаних з неправильними діями водія, висновок про його неуважність дається особливо часто. Із цим фактором пов'язують від 16 до 34 % ДТП, що свідчить про різне трактування цього поняття при їх аналізі. Останнє пояснюється тим, що психологія уваги і роль окремих якостей уваги в діяльності водія вивчені недостатньо, а виділити фактори, що свідчать про неуважність водія в конкретній аварійній обстановці, дуже складно. Усі характеристики уваги тією чи іншою мірою визначаються типологічними особливостями нервової системи і тому мало змінюються. Швидкість переключення уваги залежить від рухливості нервових процесів. Із віком рухливість їх дещо знижується, і можна очікувати зменшення швидкості переключення уваги, але лише там, де вона не підтримується професійним досвідом.

Переважна більшість професій не висуває підвищених вимог до уваги. Однак з розвитком техніки у низці сучасних професій, зокрема водійських і операторських, кількість об'єктів збільшується настільки, що одна людина взагалі не в змозі охопити їх своєю увагою, і тоді спостереження за деякими з них передається або іншим людям, або спеціальним автоматам. Із прискоренням темпів праці, наприклад, зі збільшенням швидкості польоту літальних апаратів або руху автомобіля, а також в аварійних ситуаціях, діяльність протікає в умовах дефіциту часу, також підвищує вимоги до атенційних властивостей особистості. У таких видах діяльності вдосконалення уваги необхідне і можливе. Ці можливості криються у формуванні атенційних навичок і в засвоєнні оптимальної для певної діяльності системи організації уваги [3].

Увага – це зосередження свідомості на якомусь об'єкті або діяльності з одночасним відволіканням від усього іншого. Щоб сприйняти будь-який предмет або явище, людині не потрібно сприймати все навколишнє, вона і не зможе це зробити одночасно. Так, на завантаженому перехресті неможливо одномоментно помітити всіх пішоходів, всі автомобілі. Та й немає такої необхідності. Для правильного сприйняття слід виділити один об'єкт, найбільш важливий у певний момент, і зосередитися на ньому. Це і буде увага. Без нього не може бути свідомого сприйняття. Для того щоб сприйняти, запам'ятати, усвідомити якесь явище чи предмет, необхідно виділити його з числа інших і зосередитися на ньому. Хороша увага водія полягає не

в тому, щоб «все бачити», а в тому, щоб бачити все, що потрібно в певний момент [2].

Увага висловлює ставлення людини до об'єкта, на який спрямована в певний момент його свідомість.

Фізіологічною основою уваги є осередок оптимального збудження певної ділянки кори великих півкуль головного мозку, тоді як інші ділянки кори перебувають у стані більш-менш зниженої збудливості.

Велике практичне значення має питання, на яку кількість (і яких) об'єктів може бути розподілено увагу в тому чи іншому процесі праці. Перш за все це залежить від того, скільки органів чуття бере участь у процесі сприйняття. Чим більше органів чуттів бере участь у сприйнятті необхідної інформації, тим більша кількість об'єктів може перебувати в полі уваги. Тому при навчанні важливо визначити, за допомогою яких органів почуттів слід контролювати різні об'єкти, оскільки один і той самий об'єкт може контролюватися різними способами. Наприклад, льотчик може судити про швидкість польоту по приладу, за числом обертів двигуна, за положенням капота мотора щодо лінії горизонту, за натисненням на ручку управління, за шумом і вібрацією літака.

При виконанні дій, що вимагають розподілення уваги між багатьма об'єктами, ступінь її концентрації на певних об'єктах з плином часу безперервно змінюється залежно від того, яке значення надається певному об'єкту в той чи інший відтинок часу. Створення оптимальної схеми розподілення уваги передбачає врахування цього значення та його динаміки.

У трудовій практиці виникає і питання про те, яка найбільш вигідна послідовність переключення уваги з одного об'єкта на інший і який оптимальний темп її переключення. При складанні схем переключення уваги важливо враховувати значимість різних об'єктів. На більш важливі об'єкти увага має переключатися більше число разів, ніж на менш важливі. Необхідно встановити і правильний темп переключення уваги. Зайвий швидкий темп стомлює працівника. При дуже повільному переключенні можна упустити важливі зміни в обстановці. Тому темп переключення уваги залежить від ступеня ймовірності зміни обстановки, наприклад, від ступеня ймовірності появи перешкод на дорозі (за містом ця ймовірність одна, в місті інша) [3].

Увага має різні якості, які у діяльності водія проявляються по-різному залежно від його індивідуальних особливостей і конкретної доро-

жньої обстановки. Увага дуже пов'язана з волею. Залежно від волі розрізняють довільну і мимовільну увагу (рис. 2.4) [4].

Мимовільна увага може бути викликана без свідомого вольового зусилля під впливом зовнішніх подразників і триває до тих пір, поки вони діють. У водія при керуванні автомобілем мимовільна увага може бути викликана як об'єктами, які не мають безпосереднього відношення до дорожньої обстановки і дорожньої ситуації, так і об'єктами дорожньої обстановки, що з'явилися в полі зору водія. Мимовільна увага – це нижча форма уваги, воно виникає за законом орієнтовного рефлексу і є спільною для людини і тварин.

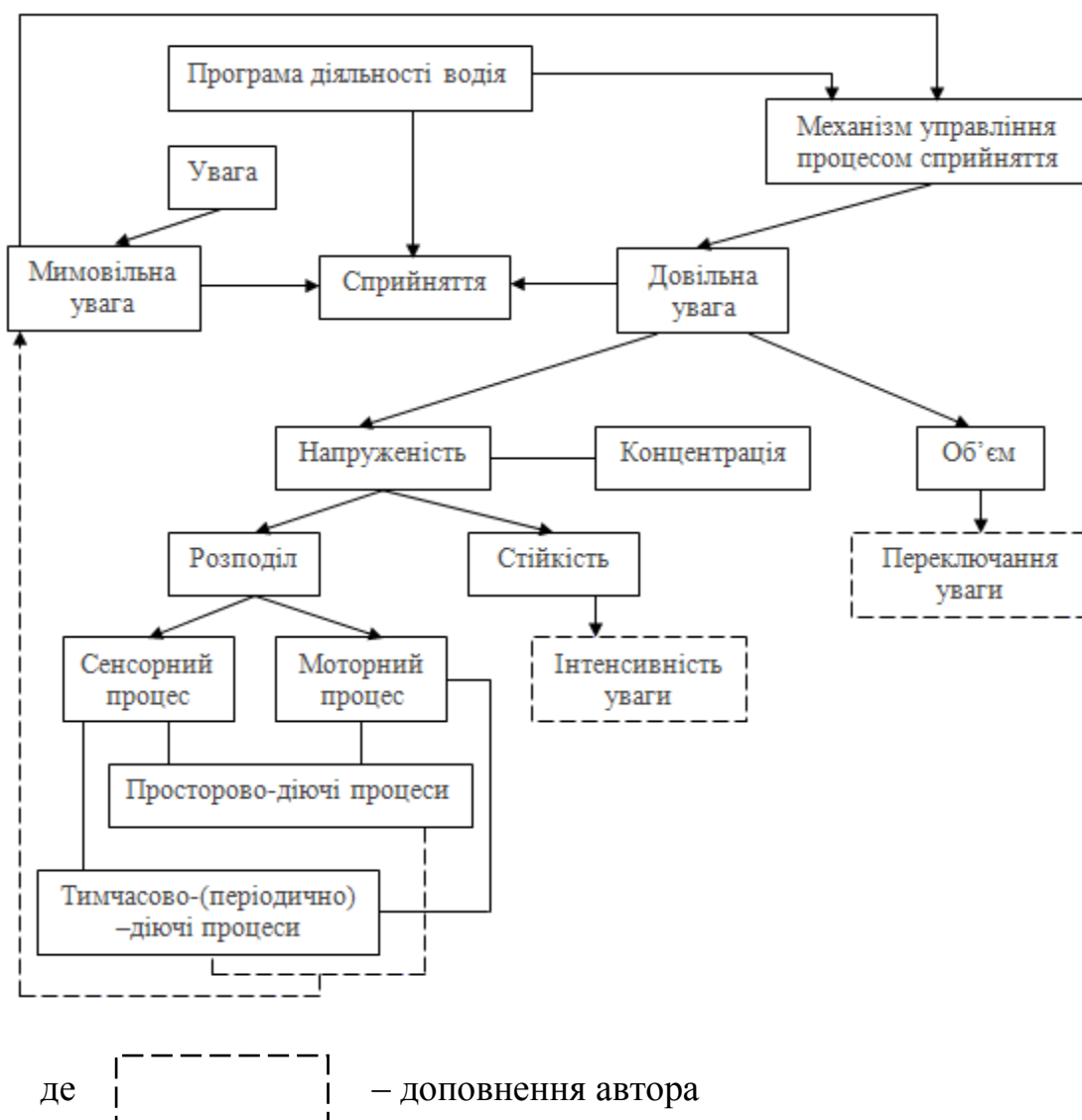


Рис. 2.4 – Схема організації уваги водія

Позитивне значення для діяльності водія можуть мати будь-які сигнали, які мимоволі привертають його увагу і несуть інформацію, необхідну для оцінки обстановки та виконання дій, що забезпечують безпеку дорожнього руху. З метою залучення уваги водіїв використовується, наприклад, червона лампочка, яка періодично спалахує, на переїздах перед перешкодою на дорозі, при ввімкненні сигналів повороту. Велике значення для залучення мимовільної уваги людини має не тільки абсолютна, але і відносна сила подразника. Якщо сильний подразник подається на тлі інших сильних подразників, то він не привертає увагу. Так, у вуличному шумі великого міста водій може не помітити і сильних звуків, які завжди привернуть його увагу вночі, коли шум знижений. І, навпаки, на тлі повної тиші увагу привертають навіть слабкі подразники [2].

Важливу роль для залучення уваги водіїв відіграє контраст між подразниками. Так, в темний час доби одягнений у темний одяг пішохід зливається з дорогою, і водій його не бачить. Оздоблення темної одягу матеріалом білого кольору внаслідок його контрастності на навколишній темному тлі робить пішохода помітним на значній відстані.

Контраст між розмірами і формою предметів також привертає мимовільну увагу. Наприклад, маленький предмет легко виділяється серед великих, тривалий звук серед уривчастих, цифра серед букв. Привертають увагу на короткий час зміни в подразниках – періодичне посилення або ослаблення звуку, світла. Мимовільна увага легко залучається новизною об'єктів. Новий дорожній знак або старий знак, але встановлений на іншому місці, мимоволі приверне увагу водія. Мимовільна увага значною мірою визначається ставленням водія до інформації, яку він сприймає, та її значенням для безпеки дорожнього руху.

Велика кількість дорожніх знаків, будь-яка зайва, непотрібна інформація на дорозі заважають водієві, відволікають його від управління автомобілем і можуть бути причиною ДТП. Однак скорочення дорожніх знаків не завжди буває корисним. Так, наприклад, іноді навіть доцільно ставити знаки з двох боків, щоб один з них був помітний водієві під час обгону.

Довільна увага – це вольова увага, вона свідомо спрямована на який-небудь об'єкт із заздалегідь визначеною метою. Довільну увагу як елемент свідомої організації процесу сприйняття залежно від характеру діяльності, об'єктів уваги та особливостей особистості можна оцінити за допомогою напруженості й обсягу. Напруженість, у свою чергу, характеризується розподілом, стійкістю та концентрацією. Тривале підтримування довільної



уваги викликає втому. «Виникнення довільної уваги у людини історично пов'язано з процесом праці, бо без управління своєю увагою неможливо здійснювати свідому, планомірну діяльність» [27].

У роботі водія довільній увазі належить основна роль, бо без свідомого управління своєю увагою неможливо безпомилкове, а отже, і безпечне водіння автомобіля. Мимовільна увага може допомагати довільній увазі. Так, наприклад, правильно встановлений дорожній знак мимоволі привертає увагу водія. Запам'ятавши цей знак, водій сприймає його свідомо, тобто за участю довільної уваги. І навпаки, поміщений у листя дерев дорожній знак, що знаходиться за деревом, не привертає мимовільної уваги водія. Для його сприйняття необхідне значне вольове зусилля. Довільна увага, яка потребує значного вольового зусилля і нервового напруження, стомлює водія.

Обсяг уваги – це кількість об'єктів, які можуть бути сприйняті одночасно і досить ясно. Людина одночасно може охопити 4–6 об'єктів, а на дорозі не більше двох-трьох знаків [28, 29]. Це пояснюється тим, що її увага, крім сприйняття об'єктів на дорозі, включається виконанням керуючих дій, контролем за роботою двигуна, зчитуванням показань приладів, оголошенням зупинок (на автобусі) і т. д. Цю особливість слід враховувати при організації дорожнього руху. Кількість дорожніх знаків, які одночасно сприймає водій, має бути не більше трьох. Природно, що у досвідченого водія обсяг уваги ширше, ніж у водія з невеликим досвідом водіння. Обсяг уваги можна розвинути спеціальними вправами і практикою. Це досягається об'єднанням різних об'єктів в один об'єкт, а також швидким виборчим сприйняттям найбільш важливих у певний момент об'єктів.

Швидкість і точність дій водія залежать від швидкості переключення уваги. Переключення уваги – це здатність швидко змінювати об'єкти, на які спрямована увага, або швидкість переходу від одних видів діяльності до інших. Воно у різних людей різне, і залежить від рухливості їх нервових процесів. Уповільнене переключення уваги свідчить про інертність у протіканні психічних процесів. Водій, щоб не допустити помилок при керуванні автомобілем, має швидко переключати увагу з одного об'єкта на інший, своєчасно припиняти розпочаті дії, а нерідко змінювати їх на протилежні.

Швидкість переключення уваги залежить від досвіду водія. У результаті наполегливого тренування він виробляє автоматизовані, але досить гнучкі навички переключення уваги при виконанні обгону, переїзді

перехрестя, зміні смуги і т. д. Набуття такого роду навичок є необхідною умовою надійності водія при керуванні автомобілем у складних дорожніх умовах. Водіям з уповільненим переключенням уваги необхідне особливо тривале тренування, щоб своєчасно і точно виконувати необхідні керуючі дії у критичних дорожніх ситуаціях.

Переключення і розподіл уваги в поєднанні з правильною послідовністю дій і активністю спостереження є основою обачності, тобто своєчасного визначення можливого ускладнення дорожньої обстановки.

Важливими для водія якостями є інтенсивність і стійкість уваги. Інтенсивність уваги – це ступінь його напруги при сприйнятті об'єкта: чим більша інтенсивність уваги, тим повніше і чіткіше сприйняття. Інтенсивність уваги водія не завжди однакова. Наприклад, на перехресті при обгоні інтенсивність уваги завжди буде вище, ніж при русі на прямих ділянках дороги з невеликою кількістю інших учасників руху.

Під стійкістю уваги розуміють здатність тривало підтримувати стан уваги на виконанні одного завдання і на предметах, які мають безпосереднє відношення до цього завдання.

Професія водія висуває досить високі вимоги до інтенсивності та стійкості уваги. Ці вимоги зумовлені тим, що водій завжди знаходиться у стані готовності до дій унаслідок можливого виникнення непередбачених ускладнень. Інтенсивність уваги знижується при одноманітному ландшафті місцевості, монотонному шумі та вібрації, на прямих ділянках дороги великої протяжності, при керуванні автомобілем в темний час доби. Ослаблення інтенсивності уваги водія призводить до небажаних наслідків: знижується його готовність до дій при несподіваній зміні дорожньої обстановки; можливі перевищення швидкості, виїзд із займаного ряду, різке гальмування, запізниті й помилкові дії на дорожні знаки і т. д.

Високої стійкості уваги водія вимагає управління автомобілем в умовах інтенсивного руху, на складних ділянках доріг при несприятливих атмосферних умовах зовнішнього середовища.

Як показали результати проведених досліджень, вплив на водія тільки шуму з рівнем в 90 дБ протягом 7 годин призводить до зниження його уваги на 23,5 %. Вплив шуму протягом 3 годин знижує увагу водія на 22,5 %, а протягом 7 годин той же шум призводить до зниження уваги на 29,5 %. При цьому необхідно пам'ятати, що зниження уваги на 20 % вже є небезпечним для управління автомобілем в умовах міста [4].

Розподіл уваги – це здатність людини до виконання декількох різних дій одночасно. Успішне розподілення уваги між двома різними діями можливо тоді, коли одна з поєднаних дій добре завчена, унаслідок чого виконується автоматично. У цьому випадку основна дія знаходиться в центрі свідомості, а інша (автоматизована) лише контролюється свідомістю. Досвідчений водій, приділяючи увагу дорожній обстановці, не стежить за рухом рук при перемиканні передач важелів, оскільки ці дії автоматизовані внаслідок виробленої раніше навички.

Концентрація інтенсивної уваги – це ступінь її напруженості при сприйнятті об'єкта, і чим більше концентрація уваги, тим повніше і чіткіше сприйняття об'єкта, тим більше енергії необхідно організму при контролі за своєю діяльністю. Концентрація уваги водія не завжди однакова: на перехресті вона буде більше, ніж при русі на прямій дорозі [4].

При добре автоматизованих навичках і правильному розподілі уваги має місце суміщення раніше самостійних дій в один цілісний руховий акт. Саме такі дії характерні для досвідченого водія у критичних дорожніх ситуаціях, що дозволяє йому заощаджувати час і запобігати, здавалося б, неминучим дорожньо-транспортним пригодам. При недостатній автоматизації навичок увага виявляється переобтяженою і водій не в змозі сприймати швидко мінливу дорожню обстановку і своєчасно виконувати необхідні керуючі дії, що нерідко призводить до помилок і ДТП.

При характеристиці діяльності водія, аналізі його помилок не можна говорити про нестачу уваги взагалі, а слід говорити про недолік тієї чи іншої якості уваги. Так, наприклад, складна ситуація, яка раптово виникла, на прямій дорозі може бути іноді небезпечніше, ніж на важкій гірській дорозі, унаслідок зниження інтенсивності уваги водія. Аналіз ДТП на швидкісних дорогах Японії показав, що більше половини їх припадає на гарну погоду і рівні ділянки дороги. І навпаки, під час ожеледиці в результаті високої інтенсивності уваги водіїв відбувається лише 1,5 % від загальної кількості ДТП. Однією з причин помилок водіїв є їхня неуважність. Невуважність, на думку К. К. Платонова [27], має різні форми, які умовно можна розділити на три типи.

Перший тип неуважності – неуважність. Невуважність виникає в результаті слабкості й нестійкості довільного уваги. Вона виражається в легкому відволіканні невмінні водія більш-менш тривалий час зосередити увагу на потрібних об'єктах. Такий водій постійно відволікається від дорожніх об'єктів і управління автомобілем. Він може вчасно не помітити

ускладнення дорожньої обстановки та, зважаючи на низьку готовність до дій, не виконати потрібних дій або допустити помилку.

Другий тип неуважності, навпаки, має місце при надмірній інтенсивності і важкому переключенні уваги. У цих випадках людина зосереджена на будь-якому виді діяльності, питанні або проблемі, що характерно для багатьох людей творчої праці: вчених, винахідників, письменників та ін. Такий вид неуважності може виникнути і в деяких водіїв під впливом сильного переживання особистого й службового плану.

Третій тип неуважності виражається у слабкій інтенсивності уваги при перевтомі, у хворобливому стані або після прийому алкоголю. Фізіологічною основою виниклих при цьому порушень є тимчасове зниження сили і рухливості нервових процесів у корі головного мозку. Увага при цьому характеризується слабкою концентрацією і ще більш слабким переключенням.

Для попередження неуважності з цих причин необхідна правильна організація режиму праці та відпочинку, а також контроль за станом водіїв перед рейсом і в дорозі. Слід мати на увазі, що навіть коли людина здорова і не стомлена, інтенсивність його уваги схильна до періодичних коливань. Так, наприклад, якщо людина буде гасити натисканням на кнопку лампочки, яка спалахує перед нею, то час латентного періоду його сенсомоторної реакції періодично буде змінюватися, іноді різко збільшуватися, що пов'язано з періодичним зниженням інтенсивності уваги.

Дослідженнями встановлено, що коливання інтенсивності уваги відбуваються не рідше, ніж через 5 с. При проходженні простої сенсомоторної реакції, коли з'являються 50 сигналів у вигляді лампочки, яка періодично спалахує, різке збільшення часу реакції у здорових людей має місце 1–5 разів, що є наслідком особливо сильного зниження інтенсивності уваги.

У діяльності водія при керуванні автомобілем, особливо при дефіциті часу, має найважливіше значення не тільки знання того, на які об'єкти він має розділяти свою увагу, але і навичка правильної послідовності сприйняття об'єктів конкретної дорожньої обстановки, вміння визначати, який з об'єктів у певний момент найбільш важливий. Навичка в організації уваги в конкретній обстановці при дефіциті часу нерідко є вирішальним у попередженні ДТП. Такий навик може і має вироблятися у водіїв в процесі навчання.

Не можна виробити навичку в організації уваги взагалі, у всіх складних дорожніх ситуаціях, тому що вони дуже різноманітні. Проте організа-

ція уваги в типових складних умовах, які найбільш часто зустрічаються при водінні автомобіля, необхідна.

Послідовність і повторність сприйняття кожного об'єкта при маневрі автомобіля мають здійснюватися не у випадковому порядку, а в певній системі, найбільш раціональній для певних умов. Такій системі розподілення і перемикання уваги з використанням центрального і периферичного зору необхідно навчати водіїв.

## **2.4. Роль мислення та пам'яті**

Мисленням називається процес відображення у свідомості людини зв'язків і відносин між предметами і явищами дійсності. Мислення – вищий пізнавальний процес, що дозволяє людині відображати у своїй свідомості не тільки зовнішні особливості предметів, які сприймаються, але і їх сутність, взаємні істотні зв'язки між ними, які не виявляються у сприйнятті. Мислення – це узагальнене й опосередковане віддзеркалення дійсності. Мислення дає нам можливість пізнавати те, чого ми безпосередньо не спостерігаємо, передбачити хід подій і результати власних дій. Остання особливість мислення дозволяє водієві прогнозувати розвиток дорожньо-транспортної обстановки та результати майбутніх керуючих дій [2].

Мислення, включене у трудову діяльність, досліджувалося Б. М. Тепловим і було названо ним практичним [21].

Теплов Б. М відзначив низку особливостей практичного мислення:

- 1) воно безпосередньо вплетене у практичну діяльність, результати рішення відразу піддаються перевірці;
- 2) створюється план операції, який належить не до символів та знаків, а до реальних об'єктів або процесів;
- 3) майже завжди є жорсткий ліміт часу, що створює неможливість висунення безлічі гіпотез.

Процес активного мислення викликається необхідністю вирішити якесь завдання, з яким людина зіштовхується. Вирішення таких завдань у діяльності водія найчастіше завершується руховим актом, який виражається в натисканні на педаль гальма або педаль керування дроселем, повороті кермового колеса і т. д. Правильність рішень і дій водія досягається досвідом, який дозволяє швидко оцінювати дорожню обстановку, своєчасно виконати необхідні дії.

Розрізняють три форми мислення: поняття, судження й умовивід. У поняттях відбиваються загальні та найбільш істотні властивості предметів і явищ. Поняття є елементами думки. Мислити поняттями – означає мислити словами, оскільки поняття формуються через мову на основі сприйняття і уявлень. У судженні виражений підсумок думки. Так, наприклад, при погляді на дорогу у водія виникають судження: «попереду міст», «обганяти не можна» й ін. Судження є найпростішою формою розумового процесу. Умовивід – більш складний процес, в якому з одного або кількох суджень виводиться нове судження. Наприклад, «зараз буде крутий поворот дороги, на повороті слід зменшити швидкість, значить, мені потрібно зменшити швидкість».

Уся поведінка людини є послідовним вирішенням великих і малих, простих і складних завдань. Але перш ніж вирішити ту чи іншу задачу, людина має «побудувати» у своїй свідомості предмети зовнішнього світу. Так, наприклад, якщо потрібно знайти на полиці книгу, то необхідно уявити її зовнішній вигляд. Крім того, необхідно подумки уявити полиці з книгами і намітити потрібну полицю, на якій, ймовірно, знаходиться ця книга. Тільки після цього починається дія.

Таким чином, поведінкою людини керують «побудовані» в його голові предмети та явища. Вони будуються, вірніше, записуються на частинках нервових клітин за допомогою ще невідомого коду. Такі записи називаються інформаційними моделями предметів зовнішнього світу в мозку людини. Внутрішня робота з цими моделями готує вирішення завдань, страхує від помилок.

Чіткого терміну для позначення предметів зовнішнього світу, відображених у людському мозку, немає. Протягом тисячоліть для цього використовувалося поняття «образ». Але це філософський термін, який необхідно пояснити з точки зору сучасного природознавства. Тому в інженерній психології відображені в нашій свідомості предмети називаються моделями. Модель – це штучно створене явище, аналогічне іншому досліджуваному явищу. Прикладом моделей є автомобільні тренажери і різні стенди, що дозволяють відтворювати окремі елементи діяльності водія. Використання моделей полегшує вивчення реального об'єкта і реальної діяльності, допомагає формуванню необхідних професійних навичок.

Розрізняють три види мислення: наочно дійове, пов'язане зі здійсненням практичної діяльності (водіння автомобіля, робота на токарному верстаті і т. д.); образне, при якому предмети безпосередньо не сприйма-

ються, а уявляються в пам'яті (наприклад, уявне водіння автомобіля по певному маршруту або уявні дії в різних дорожніх ситуаціях); абстрактне, коли вивчаються загальні поняття і закономірності явищ [2].

Для діяльності оператора характерний особливий тип мислення – оперативне мислення, що відбувається в ході практичної діяльності та спрямоване на вирішення практичних завдань. Оперативне мислення є основним видом мислення у водія при керуванні автомобілем. Для нього характерні: тісний зв'язок, що переходить в єдність між сприйняттям і осмислюванням швидко змінюваної дорожньої обстановки; безпосереднє включення мислення у практичну діяльність; жорстко лімітований час, що визначає негайне виконання прийнятих рішень; підвищений емоційний фон роботи, що вимагає високого нервово-психічного напруження.

При оперативному мисленні водій в умовах обмеженого часу має подумки відтворити та уявити елементи, з яких складається дорожня ситуація (автомобіль, пішохід, інші учасники руху, дорога, середовище руху і т. д.), привести в рух образи цих елементів і на основі їхнього переміщення побачити план своїх найбільш доцільних дій. При цьому водій має враховувати вплив, який чинять його дії на дорожньо-транспортну обстановку в цілому з точки зору безпеки всіх учасників руху. Оперативне мислення протікає у досвідченого водія дуже швидко, але швидкість його сповільнюється під впливом втоми, хворобливого стану і після вживання алкоголю. Мислення може бути некритичним (при відсутності перевірки припущень), тоді у людини замість корисної швидкості з'являється шкідлива квапливість мислення і, як наслідок, – неправильні дії.

Встановлено, що професія водія розвиває і вдосконалює необхідні якості мислення. Так, досвідчені водії, які володіють високим професійним майстерністю, навіть у повсякденному житті відрізняються швидкої кмітливості, винахідливості, швидкістю прийняття рішень, швидкими і точними діями при раптовій зміні обстановки. Однак для формування необхідних водієві якостей мислення корисне спеціальне тренування не тільки в реальних дорожніх умовах, але шляхом моделювання складних ситуацій чи окремих їх елементів за допомогою автомобільних тренажерів і спеціальних стендів.

Пам'яттю називається процес зйомки, збереження та відтворення минулого досвіду (того, що ми раніше сприймали, переживали чи робили). Запам'ятовування являє собою утворення і закріплення в корі великих півкуль головного мозку нервових зв'язків, які виникають при сприйнятті но-

вих знань, заучуванні правил, дій і т. д. Запам'ятовування може бути мимовільним і довільним.

Мимовільне запам'ятовування виникає несвідомо. Так, наприклад, водій автобуса може і без свідомо поставленої мети і вольового зусилля при проїзді новим маршрутом запам'ятати деякі характерні орієнтири для зупинок, місця для виконання розворотів, об'їздів, особливості перехресть і т. д. Однак запам'ятовування буде більш повним і точним, якщо він заздалегідь поставить собі мету, продумає необхідні прийоми для кращого запам'ятовування і зусиллям волі буде активно прагнути запам'ятати необхідну для нього інформацію. Це і буде довільне запам'ятовування, яке дає значно більший ефект, ніж мимовільне запам'ятовування.

Довільне запам'ятовування у водія найбільш чітко виражається в заучуванні правил дорожнього руху. Застосування спеціальних прийомів при довільному запам'ятовуванні дозволяє більш швидко і точно запам'ятовувати необхідну інформацію. Так, наприклад, сприйняття малюнків із зображенням характерних дорожньо-транспортних ситуацій сприяє кращому запам'ятовуванню правил дорожнього руху, відповідно до яких водій має діяти в цих ситуаціях. Особливо добре запам'ятовуються правила, коли вони використовуються в реальних дорожніх умовах або при моделюванні елементів діяльності водія на автомобільних тренажерах і спеціальних стендах.

Важливе значення для роботи водія має і процес відтворення. Від швидкості й точності відтворення даних та знань, які зберігаються в пам'яті, залежить точність і швидкість дій водія у критичних дорожніх ситуаціях.

Особливо велике значення має готовність пам'яті. Ця оперативна якість пам'яті характеризується легкістю відтворення відомостей, необхідних у кожному конкретному випадку, тобто здатність людини швидко добувати потрібний матеріал зі свого запасу знань у тих випадках, коли цього вимагають обставини. Водій у низці випадків зіштовхується з необхідністю застосовувати свої знання і використовувати складні навички в умовах нестачі часу. У таких ситуаціях своєчасні та правильні дії водія багато в чому залежатимуть від готовності його пам'яті, яка в поєднанні з якостями мислення визначає ступінь кмітливості й винахідливості, які є визначальними для правильних і своєчасних дій водія у складних дорожніх ситуаціях [2].



Розрізняють довгострокову і короткочасну пам'ять, які однаковою мірою потрібні водієві. Властивості довготривалої пам'яті використовуються при запам'ятовуванні на тривалий час технічних, загальнонаукових та інших відомостей, пов'язаних з професією та необхідних у побуті. Усі знання, весь досвід водія зберігаються в його довготривалій пам'яті. Завдання довготривалої пам'яті полягає в збереженні того, що необхідно на майбутнє. Короткочасна пам'ять служить для запам'ятовування чогось на нетривалий час. Тривалість зберігання цієї інформації не перевищує десятків секунд (у кращому разі – декількох хвилин). Одним з видів короткочасної пам'яті є оперативна пам'ять, яка завжди пов'язана із трудовою діяльністю людини.

Професійний досвід зберігається в довготривалій пам'яті. Є професії, що вимагають короткочасного запам'ятовування. В основному ж професійна діяльність спирається на пам'ять оперативну, яка органічно включена в цю діяльність. Функції оперативної пам'яті підпорядковані завданням і цілям цієї діяльності, пов'язані з її змістом. Умовами діяльності суворо обмежені в цьому випадку і час запам'ятовування, і час відтворення.

Запам'ятовування в оперативній пам'яті, будучи довільним, не є разом з тим завданням. І відтворення тут рідко здійснюється в більш-менш чистому вигляді. Найбільш типовим для оперативної пам'яті є утримання матеріалу для використання його у процесі прийняття рішення або будь-якої іншої операції. Оперативна пам'ять тісно пов'язана з довготривалою: вона спирається на способи запам'ятовування і різні прийоми, вироблені в інших видах діяльності. У свою чергу довгострокова пам'ять використовує прийоми та способи запам'ятовування, що склалися всередині оперативної пам'яті. Між цими двома видами пам'яті існує найтісніший зв'язок і щодо циркуляції інформації. Оперативна пам'ять використовує частину інформації, що зберігається в довготривалій пам'яті, з іншого боку, вона сама постійно передає в довгострокову пам'ять якусь частину нової інформації [30].

Оперативна пам'ять потрібна водієві для запам'ятовування на короткий час мінливої поточної інформації від дороги, середовища руху і свого автомобіля. Так, наприклад, короткочасно зберігаючи в пам'яті дорожню обстановку попереду автомобіля, що їде, водій отримує можливість переключити свій погляд на дзеркало заднього виду або на узбіччя дороги. При русі автомобіля оперативна пам'ять бере участь у короткочасному запам'ятовуванні показань дорожніх знаків, контрольних приладів, розташування

пішоходів, автомобілів, стану окремих ділянок дорожнього покриття і т. д. Після проїзду відповідних ділянок дороги та виконання необхідних керуючих дій потреба в цій інформації зникає і вона забувається, але виникають нові об'єкти для сприйняття і запам'ятовування. Ці об'єкти також запам'ятовуються на короткий час і забуваються, коли потреба в них минула. Таким чином, оперативна пам'ять забезпечує оперативне запам'ятовування поточної інформації на час, необхідний для оцінки обстановки та прийняття рішення, без чого неможливе управління автомобілем [2].

Залежно від того що запам'ятовується, а надалі – впізнається і відтворюється, розрізняють кілька видів пам'яті. До них належить образна пам'ять, яка полягає у фіксації та відтворенні об'єктів чи явищ, раніше сприйнятих органами чуття. Об'єктами для такого запам'ятовування можуть бути зорові, рухові, вестибулярні, смакові, нюхові та інші чуття, характерні для сприйманого предмета чи явища. Залежно від переважання в поданні тих чи інших відчуттів розрізняють зорову, слухову і рухову пам'ять. Для водія мають значення всі види пам'яті, але перевагу слід віддати зоровій і руховій пам'яті.

Завдяки зоровій пам'яті водій запам'ятовує маршрути руху, характерні орієнтири, ділянки дороги, що вимагають особливої уваги, і т. д. Рухова пам'ять має велике значення при формуванні й автоматизації рухових навичок, що особливо важливо при управлінні автомобілем на великих швидкостях і в аварійних ситуаціях. У цих випадках завдяки руховій пам'яті досвідчений водій миттєво виконує завчені, добре автоматизовані й адекватні керуючі дії.

Слухова пам'ять дозволяє контролювати роботу двигуна, по шуму тертя коліс судити про стан дорожнього покриття і ступінь зчеплення коліс із ґрунтом, своєчасно сприймати аварійні звукові сигнали. У різних людей по-різному розвинені види пам'яті. В одних переважає зорова пам'ять, і їм для засвоєння матеріалу краще самим читати текст. При переважанні слухової пам'яті матеріал краще засвоюється, коли читають інші. Проте очевидна перевага одного виду пам'яті зустрічається приблизно в 1 % людей. У більшості такого різкого переважання не відзначається.

Рухова пам'ять має велике значення для людей, що займаються такими видами спорту, як гімнастика, акробатика, фігурне катання на ковзанах, а також балетом. Вона досягає високого розвитку у водіїв, особливо що займаються автмотоспортом. Емоційна пам'ять полягає в запам'ятовуванні, відтворенні і впізнаванні емоцій і почуттів. Надовго запам'ятовується все,

що супроводжується сильними переживаннями. Події, забарвлені позитивними емоціями, пам'ятаються довше. Поштовхом для прояву емоційної пам'яті можуть бути спогади про які-небудь життєві ситуації, що супроводжуються сильними почуттями. Смислова, або словесно-логічна, пам'ять полягає в запам'ятовуванні і відтворенні думок.

Всі згадані види пам'яті (образна, зорова, слухова, рухова, емоційна і смислова) зазвичай не існують ізольовано один від одного. Вони завжди виступають спільно, доповнюючи й уточнюючи один одного. Тільки в одних проявах пам'яті визначальним є один її вид, а в інших – інший. Виявлення типу пам'яті в осіб, що навчаються водінню автомобіля, може допомогти майстру-інструкторові рекомендувати їм повніше використовувати той чи інший спосіб запам'ятовування як при вивченні теорії, так і при навчанні практичному водінню [2].

## **2.5. Емоційні та вольові властивості**

Сприйняття людиною навколишнього світу завжди супроводжується виникненням певних почуттів або переживань. Переживання людиною свого ставлення до того, що він пізнає, робить, тобто до речей і явищ навколишнього світу, до інших людей та їхніх вчинків, до своєї роботи, самого себе, своїх дій називається емоціями [2]. Емоції можуть бути як позитивними, так і негативними. Вивчення емоційних особливостей праці водія дозволяє зрозуміти вплив емоційного стану водія на його працездатність.

Емоції бувають нижчі та вищі. Нижчі емоції – це переживання, пов'язані з основними життєвими інстинктами. До вищих емоцій належать: патріотизм, почуття товариства, честі, обов'язку, любові, естетичні почуття й ін.

В основі найпростіших емоцій лежать безумовні рефлексії. Більш складні емоції розвиваються за механізмом умовних рефлексів. Більшість емоцій, що виникають у процесі трудової діяльності водія, пов'язані з умовно рефлексорними механізмами або поєднанням умовно і безумовно рефлексорних механізмів [31].

Емоції обов'язково спричиняють певні зміни у фізіологічному стані організму, що знаходить і своє зовнішнє вираження. При страху кров відливає від особи – людина блідне, від сорому люди червоніють. Емоції супроводжуються відповідною мімікою. Найбільш чутливими об'єктивними

показниками емоційної напруги є зміни частоти пульсу і дихання, а також електропровідності шкірних покривів. За даними спеціальних досліджень, частота пульсу водія за кермом змінюється від 15 ударів на хвилину до 145 ударів на хвилину. При спусках, підйомах і навіть на прямих ділянках дороги при швидкості 90–150 км/год. частота пульсу може збільшуватися на 60–80 ударів за хвилину. На автомобільних змаганнях частота пульсу зростає до 200 ударів на хвилину і більше [2].

Під впливом емоцій людина швидко готується для виконання великої фізичної або розумової роботи. При цьому мобілізуються резервні можливості організму, які можуть знадобитися для дії в несподіваних, небезпечних ситуаціях.

Таким чином, емоції отримують не тільки зовнішнє вираження, але і викликають перебудову життєво важливих фізіологічних функцій, у результаті чого мобілізуються резервні можливості організму. Це виражається також в загостренні зору і слуху. У поведінці людини з'являється загальна зібраність, підвищується пильність і обережність, прискорюються процеси мислення, зменшується час сенсомоторних реакцій, збільшуються м'язова сила і витривалість, підвищуються інтенсивність уваги і швидкість його перемикавання, зростає фізична та розумова працездатність.

За тривалістю і силі прояву емоцій розрізняють настрій й афекти. Настрої – це тривало перебігаючі емоції, які можуть мати позитивне і негативне забарвлення і відповідно до цього по-різному впливати на поведінку і працездатність людини. Афекти – це короткі бурхливо протікаючі емоційні спалахи, коли людина втрачає контроль над собою і може навіть учинити злочин. Стан афекту часто виникає у людей з нестійкою психікою.

Діяльність водія протікає на тлі вираженого емоційного напруження. Висока майстерність водія дозволяє йому відносно легко керувати автомобілем навіть на великих швидкостях і відчувати при цьому почуття задоволення і гордості. Однак переважаючими в діяльності водія все ж є негативні емоції: страх, сумнів, очікування раптового ускладнення дорожньої обстановки, невпевненість у її успішному результаті й т. д.

Стан напруженості, викликаний емоціями, є однією з форм порушення нормальної трудової діяльності водія. Він супроводжується постійної скутістю організму водія.

Фізіологічним механізмом напруженості є пасивно-оборонний рефлекс, що супроводжується порушенням вегетативних реакцій. Факторами,

що викликають стан напруженості, є: невідповідність знань і навичок з управління автомобілем в різних ситуаціях, погана видимість дорожніх знаків, інтенсивність транспортного потоку, індивідуально-психологічні особливості і т. д.

Виникненню негативних емоцій сприяють аварійні ситуації, які виникають часто і несподівано, робота в умовах нав'язаного темпу при дефіциті часу, погана видимість і брак інформації про дорожню обстановку, незадовільний стан дороги, висока відповідальність за пасажирів, часте прийняття дуже відповідальних рішень, хворобливий стан стомлення і т. д.

Під впливом сильних емоцій у людини іноді виникає стан, який називають стресом. Стрес може виникнути і у водія в складній дорожній обстановці. Термін «стрес» введено канадським вченим Сельє в 1935 році і перекладається словом «напруження». Розрізняють: евстрес і дистрес. Евстрес – «хороший» стрес, який характеризується мобілізацією функцій організму. Дистрес – «поганий стрес», коли сильні емоції призводять до виснаження організму, пригнічення його психофізіологічних можливостей, що виражається у зниженні працездатності й дезорганізації поведінки людини [2].

Емоції не завжди призводять до порушення стану і працездатності водіїв. У більшості водіїв емоції за ступенем вираженості протікають у межах норми і не є причиною помилок при керуванні автомобілем. Але є категорії людей, у яких як позитивні, так і негативні емоції протікають дуже бурхливо. Сильне нервове збудження у таких осіб виникає навіть за незначного приводу, дуже швидко, що нерідко призводить до неадекватних дій і вчинків. Таких людей називають неврівноваженими чи емоційно нестійкими. Встановлено, що водії, які через емоційну нестійкість здійснюють непорядні вчинки в особистому житті, частіше є порушниками правил дорожнього руху та учасниками ДТП. Людей емоційно неврівноважених не приймають в авіаційні училища, оскільки вони відсіюються при вступі, не витримавши перевірки методами психофізіологічного відбору. Не допускаються вони і до роботи машиністами на залізничному транспорті. Однак за кермом автомобіля таких людей нерідко можна зустріти. Це створює серйозну загрозу для безпеки дорожнього руху.

Водія з високим емоційним збудженням дратує кожна дрібниця: пішохід, який повільно переходить дорогу, автомобіль, який заважає обгону, пошкоджені ділянки дороги, червоний сигнал світлофора і т. д. Це небезпечно, оскільки може бути причиною неадекватних дій, що призводять до

ДТП. Водій має постійно контролювати свої емоційні реакції та зусиллям волі пригнічувати зайве нервово збудження. Для цього потрібно вчитися долати негативні емоції та виховувати такі вольові якості, як впевненість у своїх силах, наполегливість у досягненні поставленої мети, мужність, почуття обов'язку, самовладання, витримка. У стані занадто сильного нервового збудження водій не мусить сідати за кермо, оскільки це створює загрозу для безпеки дорожнього руху.

У психології воля визначається як свідоме регулювання людиною своєї поведінки і діяльності, виражене в умінні долати внутрішні та зовнішні труднощі при здійсненні цілеспрямованих дій і вчинків [32].

Воля – це здатність людини керувати своїми діями і вчинками. Вольова людина завжди може контролювати свою діяльність і направляти її на досягнення поставлених цілей. Воля проявляється в умінні змусити себе зробити те, що потрібно, в умінні придушити бажання і потяги, які цьому перешкоджають. Особливо яскраво вона проявляється, коли діяльність відповідальна, насичена емоціями, пов'язана з небезпекою.

Воля виявляється у вольових діях, які завжди спрямовані на досягнення свідомо поставлених цілей і базуються на певних мотивах. Мотив – це відповідь на питання, чому і заради чого людина хоче досягти поставленої мети. Воля тісно пов'язана з почуттями і думками людини.

Вольові дії завжди пов'язані з подоланням внутрішніх або зовнішніх перешкод. В усякому вольовому акті необхідно виділяти підготовчий період, протягом якого людина внутрішньо готує себе до вчинення вольової дії. Цей період характеризується двома моментами: боротьбою мотивів і рішенням. У підготовчому періоді людина оцінює значення кожного з мотивів, уявляє собі можливі наслідки при виборі того чи іншого мотиву і тільки тоді приходить до остаточного рішення.

Так, наприклад, водій постійно вирішує питання: обганяти того, хто їде попереду, або не обганяти, подолати підйом сходу або перемкнути важіль коробки передач на нижчу передачу, зменшити швидкість перед великим поворотом дороги або не зменшити і т. д.

Боротьба мотивів завжди має закінчуватися рішенням, яке є поштовхом до дії. У вольовому акті найбільш важливе значення має виконання прийнятого рішення. У діяльності водія нерідко виникають дорожні ситуації, які вимагають прийняття миттєвих рішень. Однак рішення може відкладатися через несподівано виникаючі труднощі. Вміння долати ці

труднощі та швидко виконувати необхідні керуючі дії у критичних дорожніх ситуаціях характеризує силу волі водія [2].

Разом з тим значення тих чи інших вольових властивостей, таких як цілеспрямованість, наполегливість і завзятість, рішучість і сміливість, ініціативність і самостійність, витримка і самовладання, нерівнозначне для різних професій. Значення тієї чи іншої вольової властивості визначається характером праці, особливостями професійного середовища, специфічними труднощами.

А. Ц. Пуні [33, 34] переконливо показав своєрідність і динаміку структури волі в різних видах спорту. Розвинені ним теоретичні положення мають більш загальне значення і можуть бути поширені на трудову діяльність. Пуні пропонує розглядати сукупність вольових якостей (властивостей) як рухливу, динамічну систему, ланки якої можуть по-різному співвідноситися, зв'язуватися між собою, утворюючи певну структуру. Провідна роль тієї чи іншої вольової властивості визначається насамперед типовими, відносно стійкими об'єктивними умовами діяльності. Стабільність чи рухливість структури вольових властивостей залежить від ступеня стійкості умов діяльності. У мінливих умовах в якості провідної вольової властивості може виступати то одна, то інша властивість, змінюється і взаємодія цих властивостей.

Виходячи з характеристики волі, сформульованої І. М. Сеченовим, який називав волю діяльною стороною розуму і морального почуття, А. Ц. Пуні вважає, що в кожному вольовому прояві особистості містяться інтелектуальні компоненти, бо воля – діяльна сторона розуму; емоційні (мотиваційні), бо воля – діяльна сторона моральних почуттів; операційні компоненти (уміння), бо прояви волі пов'язані з подоланням перешкод різного ступеня складності [33].

Фундаментом вольової підготовки є створення інтелектуальних основ волі (самостійності, критичності, гнучкості розуму), моральних основ волі (моральне виховання) і формування умінь долати перешкоди.

Дослідження М. Н. Ільїної [35] показали, що вольові властивості та їхня динаміка залежать як від природних особливостей людини, так і від соціальних факторів. Вона вивчала витривалість, тобто здатність людини тривалий час виконувати роботу на постійному, заданому умовами діяльності рівні та протистояти при цьому наступаючому стомленню за рахунок вольового зусилля. Була виявлена тенденція залежності витривалості від ступеня рухливості процесу збудження (в осіб з інертністю збудження во-

на більше). Але головним чином вплив типологічних особливостей позначається на співвідношенні компонентів витривалості: вольовий компонент витривалості більше в осіб з сильною нервовою системою, сама ж витривалість може бути однаковою в осіб із сильною і слабкою нервовою системами. Цей факт підтверджує думку Б. М. Теплова, що немає хороших і поганих властивостей нервової системи і що кожен тип пристосовується до зовнішніх умов по-своєму, за рахунок тих переваг, якими він володіє.

Основними вольовими якостями є: дисциплінованість, самовладання, рішучість і наполегливість.

Дисциплінованість – це підпорядкування своїх дій вимогам громадського обов'язку, сумлінне виконання своїх службових обов'язків. Дисциплінованість водія насамперед виражається у строгому виконанні правил дорожнього руху, у дотриманні технічних норм і правил експлуатації автомобіля, а також у повазі до інших водіїв і пішоходів, у культурі поведінки, в охайності одягу.

Недисциплінованість – це свідоме порушення відомих водієві правил і обмежень, наприклад, керування автомобілем у хворобливому стані або після вживання алкоголю, виїзд у рейс на технічно несправному автомобілі, проїзд на червоний сигнал світлофора або перевищення допустимої швидкості й т. д. Недисциплінованими зазвичай бувають люди морально нестійкі, які легковажно ставляться до свого обов'язку, не поважають товаришів по роботі.

Причиною недисциплінованості молодих недосвідчених водіїв найчастіше є переоцінка ними своїх можливостей. Пропрацювавши самостійно кілька місяців, вони вважають, що повністю оволоділи водінням і дозволяють собі виконувати маневри, які доступні тільки досвідченим водіям (круті повороти, обгони на великій швидкості й т. д.). Такі порушення не можна вважати злісними. Для попередження їх необхідні заходи виховання і контролю як під час навчання, так і в перші місяці самостійної роботи.

Самовладання – це вміння в будь-яких умовах керувати своєю розумовою діяльністю, почуттями і вчинками. Самовладання водія виражається в його здатності не піддаватися страху в небезпечних, критичних ситуаціях. Водій, що вміє володіти собою, зможе не тільки мобілізувати свої сили і можливості у несподіваній дорожній обстановці, проявляючи при цьому енергію й активність, але і стримати неадекватні дії та вчинки, коли це необхідно.



Рішучість – це здатність швидко оцінювати обстановку, приймати рішення і без вагань виконувати його. Рішучість є найважливішою умовою діяльності водія в аварійній ситуації, особливо при дефіциті часу. У тих випадках, коли для ухвалення рішення достатньо часу, але у водія з'являються вагання, і рішення або не приймається, або необґрунтовано змінюється, кажуть про нерішучість.

Наполегливість – це здатність довго і наполегливо до кінця проводити прийняте рішення. Яскравим прикладом наполегливості є боротьба гонщика за призове місце, незважаючи на виникаючі труднощі та перешкоди (погіршення самопочуття, травми, відмови техніки). Із наполегливістю пов'язане ще одна вольова якість – терпіння. Терпіння завжди активне і цілеспрямоване в подоланні неприємностей і труднощів. Водіям, які виконують тривалі рейси в умовах поганої видимості та поганої дороги, у дощ і снігопад, холод і спеку, необхідне дуже велике терпіння, щоб успішно виконати свій службовий і громадянський обов'язок.

#### *Питання для самоперевірки та контролю знань*

1. У чому полягає індивідуальний стиль?
2. Від яких факторів залежить час реакції водія?
3. З яких елементів складається час реакції водія?
4. Що є фізіологічною основою уваги?
5. Які бувають форми мислення?
6. Що називається пам'яттю?
7. У чому полягає відмінність між емоціями й афектами?
8. Як проявляється роль волі у діяльності водія?
9. Що належить до компонентів волі?

### **3. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН, ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ ВОДІЯ**

#### **3.1. Психічні стани та їх класифікація**

Психічний стан людини – це відносно стійка структурна організація всіх компонентів психіки, що виконує функцію активної взаємодії людини з зовнішнім середовищем, представленим у певний момент конкретною ситуацією [36].

Виникаючі у процесі трудової діяльності психічні стани класифікуються за такими групами [37]:

1. Відносно стійкі та тривалі за часом стани. Такі стани визначають ставлення людини до конкретного виробництва та конкретного виду праці. Ці стани відображають загальний психологічний настрій колективу.

2. Тимчасові, ситуативні, скороминучі стани. Виникають під впливом різного роду неполадок у виробничому процесі або у взаєминах робітників.

3. Стани, що виникають періодично в ході трудової діяльності. Таких станів багато. Наприклад, схильність до роботи, знижена готовність до неї, входження у роботу, підвищена працездатність, стомлення, кінцевий порив і т. д.

За ознакою переважання однієї зі сторін психіки розрізняють стани емоційні, вольові; стану, в яких домінують процеси сприйняття і відчуття; стану уваги (неуважність, зосередженість); стани, для яких характерна розумова активність (задум, натхнення, осяяння) і т. д. [36].

Найбільш важлива для психології праці класифікація станів за рівнем напруження, оскільки саме ця ознака найбільш значуща з точки зору впливу стану на ефективність діяльності. Помірне напруження – нормальний робочий стан, що виникає під мобілізуючим впливом трудової діяльності. Цей стан психічної активності – необхідна умова успішного виконання дій. Він супроводжується помірною зміною фізіологічних реакцій організму, проявляється у доброму самопочутті, стабільному і впевненому виконанні дій.

Помірне напруження відповідає роботі в оптимальному режимі. Підвищена напруга супроводжує діяльність, що протікає в екстремальних умовах.

Оптимальний режим роботи здійснюється в комфортних умовах, при нормальній роботі технічних пристроїв. Обстановка є звичною, робочі дії здійснюються у строго визначеному порядку, мислення носить алгоритмічний характер.

В оптимальних умовах проміжні та кінцеві цілі праці досягаються при невисоких нервово-психічних витратах. Зазвичай тут мають місце тривале збереження працездатності, відсутність грубих порушень, хибних дій, відмов, зривів та інших аномалій. Праця в оптимальному режимі характеризується високою надійністю й оптимальною ефективністю [38].

Екстремальні умови – умови, що вимагають від працюючого максимального напруження фізіологічних і психічних функцій, різко виходить за межі фізіологічної норми. Екстремальний режим в найзагальнішому сенсі – це режим роботи в умовах, що виходять за межі оптимуму. Відхилення від оптимальних умов діяльності потребують підвищеного волевого зусилля або, інакше кажучи, викликають напруження. Несприятливі чинники, що підвищують напруження, належать до наступних груп:

- 1) фізіологічний дискомфорт, тобто невідповідність умов проживання нормативним вимогам;
- 2) біологічний страх;
- 3) дефіцит часу на обслуговування;
- 4) підвищена складність завдання;
- 5) підвищена значущість помилкових дій;
- 6) неуспіх унаслідок об'єктивних обставин;
- 7) дефіцит інформації для прийняття рішень;
- 8) недовантаження інформацією;
- 9) перевантаження інформацією;
- 10) конфліктні умови, тобто умови, за яких виконання одного з них вимагає вчинення дій, що суперечать виконанню іншої умови [39].

### **3.2. Стан втоми і монотонності**

Коли йдеться про втому з точки зору сутності поняття та термінології правильніше використовувати термін "стомлення" або "стомлюваність", оскільки втома – це суб'єктивне відчуття втоми [40, 41]. Стомлення визначається зміною функціонального стану людини [42]. А від втоми, у свою чергу, залежить працездатність і продуктивність [43, 44].

Втома – це "фізіологічний стан" організму, що супроводжує тривалу й інтенсивну роботу, що виражається у тимчасовому розладі функцій нервових клітин кори головного мозку, що розповсюджується і на інші системи організму [45]. Втома – це викликане роботою тимчасове зменшення працездатності [46].

Стомлення супроводжується зменшенням виконаної роботи і являє собою дуже складний і різномірний комплекс явищ. Повний зміст його визначається не тільки фізіологічним, але також психологічним, результативно-виробничим і соціальним факторами. Виходячи з цього, стомлення і має розглядатися з трьох боків:

- 1) з суб'єктивного боку – як психічний стан;
- 2) з боку фізіологічних механізмів;
- 3) з боку зниження продуктивності праці.

Особливий інтерес викликає втома як особливий, психічний стан, переживається своєрідно. Компоненти втоми розглядаються як переживання і до них належать [3]:

1. Почуття слабосилля. Стомлення виявляється в тому, що людина відчуває зниження своїх властивостей, навіть коли продуктивність праці ще не зменшується. Це зниження працездатності виражається в переживанні особливого, важкого напруження і в невпевненості; людина відчуває, що не в змозі належним чином продовжувати роботу.

2. Розлад уваги. Увага - одна з найбільш стомлюваних психічних функцій. У разі стомлення увага легко відвертається, стає млявою, малорухливою або навпаки, хаотично рухливою, нестійкою.

3. Розлади в сенсорній зоні. Таким розладам під впливом стомлення піддаються рецептори, які брали участь у роботі. Якщо людина довго читає без перерв, то у нього починають «розпливатися» в очах рядки тексту. При тривалому та напруженому слуханні музики втрачається сприйняття мелодії. Тривала ручна робота може призвести до ослаблення тактильної та кінестетичної чутливості.

4. Порушення в моторній сфері. Стомлення позначається в уповільненні або безладній квапливості рухів, розладі їх ритму, в ослабленні точності й координованості рухів, їхній деавтоматизації.

5. Дефекти пам'яті та мислення. Ці дефекти також належать безпосередньо до тієї сфери, з якою пов'язана робота. У стані сильного стомлення робітник може забути інструкцію, залишити в безладі робоче місце й од-

ночасно добре пам'ятати все, що не стосується роботи. Розумові процеси особливо порушуються при втомі від розумової роботи, але і при фізичній роботі людина нерідко скаржиться на зниження кмітливості та розумової орієнтації.

6. Ослаблення волі. При стомленні послаблюються рішучість, витримка і самоконтроль.

7. Сонливість. При сильному стомленні виникає сонливість як вираження захисного гальмування. Потреба у сні при виснажливій роботі така, що людина засинає часто в будь-якому положенні, наприклад, сидячи.

У процесі трудової діяльності крім стану втоми виникає стан монотонності, який негативно діє на працездатність людини. Психічний стан переживання монотонності викликається дійсною і позірною одноманітністю виконуваних на роботі рухів і дій. Під впливом переживання монотонності людина, яка не вміє цей психічний стан стримувати або усувати, стає млявою, байдужою до роботи. Стан монотонності також негативно діє на організм працюючих, призводячи до передчасного стомлення [47].

М. І. Виноградов наступним чином сформулював поняття монотонності: «У фізіологічній основі монотонності лежить гальмівну дію одноманітних повторних подразників, і вона проявляється тим швидше і глибше, чим обмеженішими роздратування області кори, тобто чим простіше склад збудливої стереотипної системи» [48].

Поняття монотонності завжди пов'язується з працею з виконання одноманітних і короточасних операцій. Проте єдиної думки щодо критерію ступеня монотонності роботи поки що немає. Під монотонністю одні розуміють об'єктивну характеристику самого процесу праці, інші – тільки психічний стан людини.

Важливим питанням у розумінні природи стану монотонності є розмежування спільних і відмінних рис його в порівнянні зі станом стомлення. Спільне у цих двох станів те, що обидва вони негативно впливають на працездатність людини й обидва переживаються як неприємне відчуття. Істотна відмінність між цими станами полягає в тому, що стомлення викликається тяжкістю розумової або фізичної роботи, а стан монотонності може переживатися і при легкій, зовсім полегшеній праці. Втома є фазовим процесом, а монотонність характеризується хвилестою кривою, що характеризується підвищеннями і спадами. Значить, першим наслідком втоми є зниження виконання, а монотонності – коливання виконання. Сто-

млення посилює психічну напруженість, а монотонність, якраз навпаки, знижує її.

Необхідно також відрізнити стан монотонності від психічної насиченості. Психічна насиченість викликає хвилювання, нервозність, занепокоєння; монотонність, навпаки, супроводжується напівсонним станом, що супроводжується зниженням психічної активності та нудьгою. Психічна насиченість викликається, головним чином, повторенням діяльності, а для появи монотонності необхідні й інші об'єктивні дані (бідність подразників, їхнє одноманітність, обмеженість поля спостереження і т. д.). Дуже важливо підкреслити, що розмежування психічного насичення і монотонності є відносним, оскільки:

- 1) вони взаємно впливають один на одного;
- 2) їх наслідки підсумовування діють на стан людини;
- 3) у виробничій практиці жодна з них не зустрічається у крайніх формах, можна лише досліджувати їх поєднання, які мають різні пропорції.

Стійкість до монотонії, як показали дослідження [49], визначає наявність монотопфільного типологічного комплексу, що характеризується інертністю нервових процесів, переважанням зовнішнього гальмування і внутрішнього збудження, малою силою нервової системи. І навпаки, сильніше піддавалися впливу монотонних умов особи, які володіють монотопфобним типологічним симптомокомплексом, яким властиві рухливість нервових процесів, переважання зовнішнього збудження і внутрішнього гальмування, сильна нервова система. Однак незаперечне значення мотивації в подоланні негативного впливу нудної та одноманітної роботи. У силу цього можна вважати, що ставлення особистості, високе почуття відповідальності значною мірою компенсують «несприятливі» природні властивості нервової системи.

### **3.3. Стан емоційного напруження**

Емоційне напруження може по-різному впливати на поведінку людини. Відповідно до переважання процесів збудження або гальмування стан емоційної напруги може виявлятися у двох формах [50, 51]:

- 1) збудливій, яка характеризується підвищеними руховими реакціями, метушливістю, зайвою балакучістю і т. д.;

2) гальмівний, для якої характерні пригнічення діяльності, уповільнені реакції, «завмирання» аж до повної нездатності реагувати на різного роду впливу.

Напружений тип поведінки виявляється в загальній загальмованості, сповільненості, скутості, імпульсивності і напруженості виконання робочих функцій. Представники цієї групи судорожно стискають рукоятки управління, кусають губи, обличчя перекошене, увага їх прикута до індикатора, на вплив емоційogenних факторів реагують надзвичайно імпульсивно і сильно [38]. Емоційна поведінка може також виявлятися у свідомому ухиленні людини від виконання своїх функцій. В окремих випадках спостерігається деяка пасивність і прагнення захистити себе від втручання в хід подій. Оператор в аварійних умовах відчуває труднощі в організації розумової діяльності: він довго стоїть або сидить у застиглій позі, тре чоло, морщить брови, намагається відтягнути час, намагається піти подалі від пульта управління з тим, щоб позбавити себе від впливу емоційogenних факторів. Тут знаходить свій вияв емоція страху, в результаті чого домінує інстинкт самозбереження.

Гальмівний тип емоційної поведінки людини характеризується повною загальмованістю його дій, що виникає при впливі емоційogenних, незвичайних і відповідальних ситуацій.

Найбільш яскравою і небезпечною формою прояву емоційної нестійкості людини є афективні зриви діяльності, в результаті чого він починає діяти агресивно, безглуздо і безконтрольно, що погіршує стан керованої ним системи, прискорюючи цим наступ катастроф і аварій. Це агресивно-безконтрольний тип поведінки.

Разом з тим результати досліджень свідчать про те, що існує така категорія людей, які за наявності належної мотивації, перебуваючи в екстремальних умовах, значно покращують показники своєї роботи. Такий тип поведінки називають прогресивним [38].

Напружений тип поведінки піддається виправленню. Дослідження емоційної стійкості операторів показали, що у більшості людей у процесі спеціально організованого навчання, спрямованого на формування навичок, напруженість може бути знята шляхом вироблення і автоматизації динамічних стереотипів. При цьому трудова діяльність на рівні досвіду набуває властивостей стабільності, надійності і мехостійкості.

Фахівці психологи пропонують три шляхи підвищення надійності людини в екстремальних умовах:

- 1) науково обґрунтований професійний психологічний відбір;
- 2) виховання емоційно-вольових і моральних властивостей особистості, які дозволили б їй не тільки придушувати емоції, але й керувати ними, перетворюючи їх на джерело сили та енергії;
- 3) створення найбільш сприятливого психологічного клімату та оптимізація умов роботи [3].

### **3.4. Аналіз операторської діяльності та її фізіологічні основи**

Операторська діяльність – специфічний вид трудової діяльності, що виник на певному щаблі розвитку техніки і виробництва в цілому.

Психологічний аналіз діяльності передбачає розгляд її як складного, багатогранного і багаторівневого, динамічно розвивається явища. У різних психологічних концепціях, як правило, беруть окремі аспекти (сторони) діяльності при абстрагуванні від інших. В одних концепціях на перший план виступають операційні аспекти, тобто діяльність описують як послідовність змінюють один одного операцій (або дій). В інших, на перше місце ставлять вивчення мотиваційного аспекту діяльності, тобто її розглядають у плані аналізу динаміки направляючих її мотивів. По-третє, головним є аналіз діяльності в плані регулювання її механізмів. Поширені також концепції, що описують діяльність у плані аналізу реалізації її фізіологічних процесів. Кожен з перерахованих підходів має, звичайно, право на існування, кожен з них дає цінні наукові результати. Більше того, перераховані підходи не суперечать один одному і не виключають одне одного. Однак потрібно завжди мати на увазі, що жоден з них не може вважатися універсальним [52].

Розробка принципів і методів системного аналізу є важливим завданням, яка дозволила б розкрити діяльність в її основних рисах, зв'язках і відносинах, виявити її структуру та механізми регуляції.

Будь-яка діяльність виходить з певних мотивів і спрямована на досягнення певних цілей. Ставлення «мотив - мета» – це свого роду «вектор», задає її спрямованість й інтенсивність. На жаль, психологія поки що немає методів кількісного аналізу цього "вектора", тому наводиться лише якісний опис. У загальному сенсі мотив – це те, що спонукає людину до діяльності, а мета – те, чого вона прагне досягти в процесі її виконання. Для людини



мотив виступає як безпосередня, суб'єктивно пережита спонукальна сила, як безпосередня причина її діяльності. При цьому джерела мотиву нерідко вбачають у мисленні, у свідомості. Але дійсною його основою є потреба людини, тобто об'єктивна необхідність – його потреба в речовині, енергії, інформації.

Саме в потребах, які виступають як об'єктивна необхідність, потрібно шукати «пружини» людської діяльності. Мотив – це форма їх суб'єктивного відображення. При цьому в мотивах відображаються не тільки індивідуальні потреби, а й потреби суспільства. Реальною силою, що спонукає людину до дії, може бути і буває не тільки його власна потреба, а й потреби інших людей. Рівень мотивації визначають саме тим, якою мірою в мотивах конкретної людини відображаються суспільні потреби: чим більше в них пред'явлені ці потреби, тим вище оцінюється і рівень мотивації. Зрозуміло, що те, як громадські потреби відображаються в мотивах індивіда, залежить від його позиції в системі суспільних відносин.

Протягом життя у кожної людини формується певна система мотивів, одні з яких стають домінуючими, інші – підлеглими. Цю систему в психології часто називають мотиваційною сферою. Як саме у тієї чи іншої людини формується мотиваційна сфера, залежить від умов його соціального розвитку.

Одним з головних умов формування та розвитку мотиваційної сфери людини є така організація його професійної підготовки і професійної діяльності, яка б розкривала перспективи його розвитку та суспільну значимість його діяльності.

Цілі, які людина перед собою ставить, так само як і мотиви, являють собою складну ієрархічну систему, що розвивається. Те, яка мета виявиться в тому чи іншому випадку ведучою, залежить від конкретних умов розвитку особистості, перш за все її морально-психологічних якостей.

Цілі, як і мотиви, формуються в процесі соціального розвитку індивіда. У кінцевому рахунку вони «задаються» суспільством. Саму можливість виникнення тих чи інших цілей визначає розвиток цього суспільства, в тому числі науково-технічний прогрес. Чи прийме цілі суспільства даний індивід, чи стануть вони його особистими цілями, значною мірою залежить від сформування у нього мотиваційної сфери. Майстерність керівника включає вміння враховувати при постановці цілей перед керованими їм людьми особливості цієї сфери, рівні і силу мотивації. Разом з тим він мусить мати на увазі, що кожна нова мета, асимільована і реалізується люди-

ною, приводить її до змін його мотиваційної сфери, які створюють можливість постановки нових, ще більш складних цілей.

Таким чином, процес оволодіння діяльністю і її вдосконалення розвивається як би по спіралі. Сформований вектор «мотив-мета» реалізується в діяльності; здійснена діяльність (досягнута мета) створює можливість «перекладу» цього вектора на новий рівень, який також реалізується в діяльності, що створює нову можливість, і т. д. У цьому русі розвиваються особливості людини, його інтереси, схильності, морально-вольові якості, професійна майстерність, коротше – особистість у цілому [52].

Спостереження та експериментальні дані дозволяють припускати, що образ-мета визначає критерії селекції інформації про поточний стан об'єкта управління, а також її інтеграції. Які сигнали із загального потоку буде вибирати оператор у першу чергу і як він буде об'єднувати їх, залежить від характеру образу майбутнього стану керованого об'єкта. Цей образ визначає також способи перекодування надходження, її оцінки, формування гіпотез і прийняття рішення.

При управлінні машинами за допомогою приладів іноді виникає зміщення мети. Маються на увазі такі випадки, коли оператор від управління машиною (об'єктом) переходить до управління приладами, тобто починає керувати не машиною за приладами, а приладами через машину. Тут образ майбутнього стану об'єкта заміщується образом майбутнього стану приладу. У складних ситуаціях це може привести до серйозних помилок (наприклад, до втрати просторового орієнтування). Можливість зміщення мети особливо велика в тому випадку, коли оператор виконує функцію «резервної ланки» автоматики і протягом тривалого часу займає позицію пасивного спостерігача.

В основі роботи оператора будь-якої системи лежать так звані інформаційні моделі. Інформаційна модель – це сукупність поточної інформації, що дає оператору цілісне уявлення про стан об'єкта управління та зовнішнього середовища. Інформаційною моделлю для водія автомобіля є сукупність інформації, що надходить до нього від дороги, середовища руху і автомобіля, на підставі якої він отримує цілісне уявлення про стан свого автомобіля в системі Вадсе в даний момент.

Однак, якщо замість водія посадити людину, незнайомого з керуванням автомобіля і правилами дорожнього руху, він не зможе керувати автомобілем, хоча буде отримувати ту ж інформацію, яку отримує водій. Таким чином, для управління автомобілем недостатньо сприйняття інформації,

потрібно ще зрозуміти її сенс, оцінити її значення для виконання цілеспрямованих дій, потрібні спеціальні знання та досвід. На підставі таких знань і досвіду у свідомості водія створюється уявлення про майбутні дії в кожному конкретному випадку. Це подання є моделлю майбутньої діяльності. В інженерній психології цей уявний образ майбутньої діяльності був названий концептуальною моделлю. Концептуальна модель – це модель керуючих дій на підставі інформаційної моделі і минулого досвіду.

Основну інформацію водій автомобіля отримує безпосередньо у вигляді реальних образів від дороги, середовища, руху свого автомобіля і лише незначну частину – від показань контрольних приладів. На відміну від операторів інших систем управління лише невелика частина інформації, яку отримує водій, потребує декодування. На підставі всієї інформації, що надходить до свідомості водія, формується інформаційна модель, яка дає уявлення про становище автомобіля в конкретній дорожній обстановці в даний відрізок часу. Концептуальна модель представляє собою узагальнене уявне уявлення про способи вирішення завдань управління при зміні стану об'єкта, можливі порушення, відмови, аварії і т. д. Концептуальна модель – це уявний образ дій водія при керуванні автомобілем на найближчий час. Дані, які відображені в інформаційній моделі, доповнюються необхідними відомостями з минулого досвіду, що в сукупності і веде до формування концептуальної моделі, якою водій керується при прийнятті рішень та виконанні необхідних керуючих дій.

У формуванні концептуальної моделі велику роль відіграють не тільки безпосереднє сприйняття об'єктів, ситуацій і т. д., а й створені людством знакові системи (мова, карти, креслення і т. д.). Людина, що володіє методами роботи зі знаками та знаковими системами, може порівняно легко сформулювати концептуальну модель тієї чи іншої ситуації навіть у тому випадку, якщо воно її ніколи не сприймала. Разом з тим знакові системи, що використовуються в процесі управління, є хорошим засобом збереження та уточнення концептуальної моделі.

Як показують спостереження і психологічні дослідження, діяльність може мати різні рівні організації, що залежать від того, як вона планується.

Найбільш елементарний рівень – робота «за орієнтирами». У цьому випадку дії будуються за принципом відповідей на виникаючі сигнали. Діяльність тут як би повністю підпорядкована ходу зовнішніх подій. Якщо людина діє «за орієнтирами», то це означає, що він фактично не має заздалегідь обдуманого і чіткого плану. В умовах, коли сигнали, що вимагають

відповідних дій, мають випадковий характер і виникають часто, діяльність стає дуже напруженою, іноді хаотичною. Такий рівень організації характерний для початківців недосвідчених операторів.

Більш високий рівень – робота за зразком або деякого шаблону. При такій організації людина має досить чіткий, але стандартний план і прагне виконувати дії завжди в одному і тому ж порядку. Стандартний план, звичайно, забезпечує більш високі ефективність і якість діяльності, ніж робота «за орієнтирами». Але важкі умови, виникнення несподіваних подій, можуть дезорганізувати діяльність, що протікає за стандартним планом.

Найбільш високий рівень – це планування діяльності з урахуванням ймовірностей виникнення тих чи інших подій. У цьому випадку людина намічає загальну стратегію діяльності, але без деталізації, що дає можливість в залежності від конкретних умов змінити характер і послідовність дій.

Невід'ємним компонентом процесу планування діяльності є передбачення ходу керованого процесу і можливих змін середовища, в якому цей процес протікає. Залежно від професійного досвіду, рівень передбачення також може бути різний.

Для безпеки дорожнього руху великою значення набуває здатність водія передбачати зміни дорожньої обстановки, щоб відповідними цілеспрямованими діями попередити виникнення небезпечних ситуацій. Таке передбачення майбутнього перебігу подій називають прогнозуванням. Здатність водія до прогнозування свідчить про високий рівень його майстерності водія. Прогнозування виявляється можливим у результаті динамічної побудови в процесі діяльності концептуальних моделей в корі головного мозку. Так, наприклад, досвідчений водій може навіть не зменшувати швидкість, якщо проїжджу частину вулиці перебігає пішохід. У подібній ситуації в корі головного мозку водія виникають рухомі моделі пішохода і автомобіля. Динаміка цих моделей у свідомості водія обганяє події на дорозі, і він, з урахуванням минулого досвіду, отримує інформацію про те, що автомобіль і пішохід не зіткнуться. Отже, йому немає потреби не тільки вдаватися до екстреного гальмування, але і знижувати швидкість. Безумовно, такий образ дій може дозволити собі тільки дуже досвідчений водій, який в змозі в умовах обмеженого часу правильно оцінити всі фактори (швидкість автомобіля і пішохода, відстань між ними, стан дорожнього покриття і т. д.).

До недавнього часу вважалося, що людина є одноканальною системою, тобто він здатний сприймати і (тим більше) переробляти інформацію, пов'язану тільки з однією операцією, і одночасно може виконувати не більше однієї дії. Однак виявилось, що цей принцип застосовується лише до дій, які вимагають осмислення і прийняття рішення, а не до дій, які виконують автоматично. Було встановлено, що людина одночасно з дією, яка вимагає прийняття рішення, може виконувати ряд інших, але добре автоматизованих дій. Так, водій може одночасно виконувати декілька різних автоматизованих дій (наприклад, натискати на педаль гальма, повертати рульове колесо і одночасно відповідати на питання пасажирів).

Щоб забезпечити високий рівень ефективності та надійності в роботі оператора, інформація має передаватися йому таким способом, який би дозволяв не тільки оцінювати поточний стан об'єкта управління і середовища, але й передбачати їх можливі зміни. Це дозволяє приймати своєчасні і правильні рішення.

Людина має (конкретних задач), і при побудові концептуальної моделі, і при плануванні, і при виконанні дій. Необхідність у цьому виникає у всіх тих випадках, коли людина стикається з ситуацією, яка має кілька можливих фіналів. Поява непередбачених обставин також вимагає прийняття рішення.

Навіть порівняно елементарний сенсорний процес – виявлення сигналу – включає прийняття рішення. Це особливо чітко спостерігається в тому випадку, коли слабкий сигнал (близький до граничного) з'являється на тлі шуму.

Сучасні психофізичні дослідження показують, що виявлення сигналу визначають не самою по собі чутливістю аналізаторів, але і деякими іншими факторами, перш за все тим критерієм, який обирає людина. При появі сигналу на фоні шуму можливі чотири варіанти відповідей: правильне твердження (сигнал є – відповідь «так»); правильне заперечення (сигналу немає – відповідь «ні»); пропуск сигналу (сигнал є, а відповідь «ні»); помилкова тривога (сигналу немає, а відповідь «так»).

Ще більш складна структура ухвалення рішення в процесах уявного маніпулювання поглядами й визначення способу виконання тієї або іншої дії. У загальному вигляді прийняття рішення є вибір з кількох спірних альтернатив. Вибирати – означає, що людина має вибирати між двома або більше шляхами виконання завдання. Процес прийняття рішення включає:

виявлення проблемної ситуації; уявне висунення різних варіантів рішення (гіпотез); оцінку (контроль) висунутих варіантів; вибір того варіанта рішення, який забезпечує досягнення необхідного результату.

Залежно від співвідношення процесів висунання гіпотез і їх контролю можна виділити п'ять типів прийняття рішення:

- 1) імпульсивне рішення (висунуту гіпотезу приймають без контролю);
- 2) рішення з ризиком (висунуту гіпотезу контролюють лише частково);
- 3) урівноважене рішення (процеси висунення гіпотез і їх контроль збалансовані);
- 4) обережне рішення (контроль як би починає пригнічувати висунення гіпотез);
- 5) інертне рішення (процеси контролю пригнічують процеси висунення гіпотез, а останні протікають дуже повільно і невпевнено).

Крайні типи ухвалення рішення (імпульсивний та інертний) є найменш ефективними. В осіб з високорозвиненим інтелектом ці типи рішення зустрічаються рідко. Найбільш ефективні рішення, ті, що поєднують ризик з обачністю.

Форми і способи передачі інформації людині в системах ЛТ мусять розроблятися з урахуванням процесів не тільки її прийому, але також і прийняття рішення. У зв'язку з цим часто критичним виявляється питання про співвідношення повноти відображення подій і обсягу переданої інформації. З одного боку, чим повніше відображається об'єкт управління та навколишнє середовище, тим більше можна розраховувати на те, що людина прийме правильне і своєчасне рішення. З іншого боку, виконання вимоги повноти відображення може призвести до перевантаження людини інформацією: до передачі такого об'єму інформації, з яким він може не справитися. А це призведе до затримки прийняття рішення.

Найбільш раціональний вихід із цього становища – передача інформації такими порціями, кожна з яких не перевищувала б можливостей людини по її прийому, а всі разом вони забезпечували б необхідну повноту відображення [52].

Психологічний аналіз діяльності розкриває такі «складові»: вектор і «мотив – ціль», «образ – мета», концептуальна модель, ухвалення рішення, планування, структура дії та рівні регулювання. Формування всіх цих складових забезпечується сенсорно-перцептивними, мнемонічними та ін-

телектуальними процесами, які виступають як різні форми суб'єктивного відображення об'єктивної дійсності. Але перебігають вони не поза матерією, простором і часом. Матеріальним субстратом психічних процесів є процеси нервові, вивчаються фізіологією. Тому їх дослідження передбачає аналіз не тільки відносин відображення до відбиваному (образу до його об'єкта), не тільки динаміки відображення і його регулюючої ролі в діяльності, але і відносини відображення до його носія - мозку, а, отже, і до нервових процесів.

Такий аналіз має на увазі два взаємодоповнюючі завдання: по-перше, виявлення того, як і яким чином реальна діяльність людини впливає на протікання нервових процесів; по-друге, дослідження того, які фізіологічні умови необхідні для реалізації того чи іншого психічного процесу.

Вивчення роботи і її нейрофізіологічних основ призвело до зіткнення двох концепцій: концепції Уотсона, заснованої на рефлекторній дузі за схемою «стимул – реакція», і концепції більш складної будови рефлекторної системи, що включає не тільки прямі, але й зворотні зв'язки. Зокрема, було запропоновано поняття «рефлекторне кільце». Згідно з концепцією рефлекторного кільця як принципу регуляції взаємодії організму із зовнішнім середовищем, організм сам здійснює контроль над тим, що для нього буде стимулом.

Найбільш повно проблема фізіології активності у зв'язку з аналізом поведінки розроблена П. К. Анохіним в теорії функціональних систем, що є основою фізіологічної архітектури цілеспрямованого поведінкового акту. Функціональна система за Анохіним являє собою динамічно формуючу організацію, яка вибірково об'єднує різноманітні центральні й периферійні апарати на основі їх взаємодії для одержання корисного для організму результату [52].

Це дало можливість розглядати функціональну систему як замкнуте фізіологічне утворення з безперервною зворотною інформацією про успішність даної пристосувальної дії (рис 3.1).

Система має наступні вузлові механізми:

1. Аферентний синтез. У цьому механізмі відбувається обробка найбільш важливої інформації для прийняття рішення. Головне в аферентному синтезі належить мотиваційному порушенню, тобто інформації, що відбиває в даний момент потреба організму. Тільки після здійснення аферентного синтезу народжується намір до дії.

2. Прийняття рішення з одночасним формуванням акцептора результатів дії.
3. Формування програми дії.
4. Реалізація прийнятого рішення у вигляді поведінкового акта.
5. Звірення за допомогою зворотної аферентації параметрів результату скоєної дії з параметрами, що відображені в акцептор результатів дії.

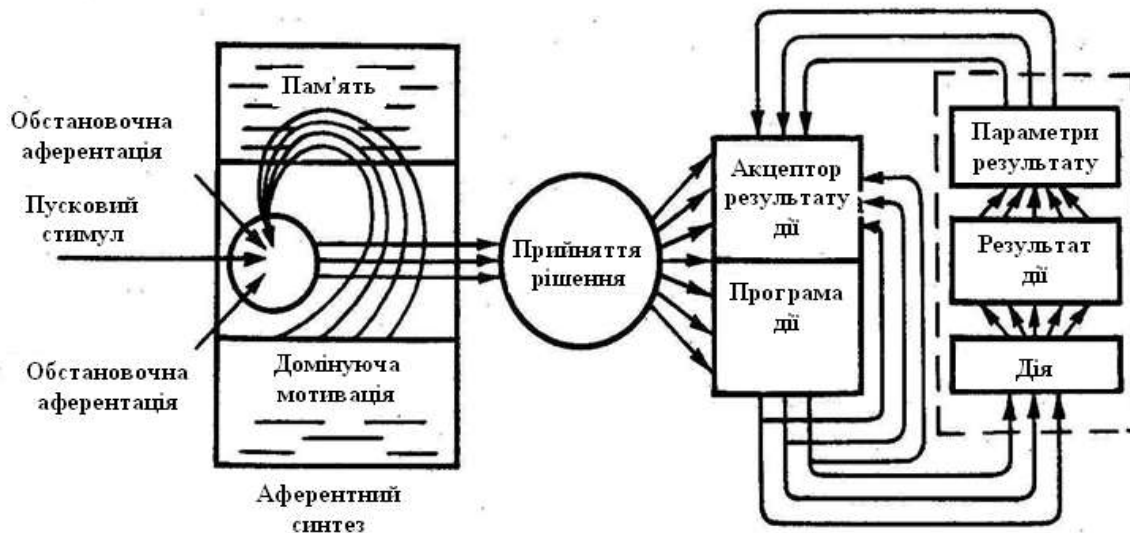


Рис 3.1 – Схема функціональної системи (за П. К. Анохіним)

Головне значення в цій схемі поведінкового акта надається механізму, що забезпечує звірення заданого результату з реально отриманим. У процесі здійснення цього акту відбувається обробка всієї інформації, що надходить до органів почуттів від екстеро-, інтеро- і пропріорецепторів. До нього включають мотиваційне порушення, що відбиває домінуючу в даний момент потребу; обстановочну аферентацію, що сприяє задоволенню мотивації; витяг з пам'яті результатів минулого досвіду і так званий пусковий сигнал. Мотиваційне порушення грає вирішальну роль у формуванні мети (або завдання) дії.

Теорія функціональної системи – це свого роду концептуальний міст між психологією і нейрофізіологією у вивченні діяльності. Разом з тим вона відкриває нові шляхи у вивченні нейрофізіологічних основ психічних процесів.

Психічне стосовно нейрофізіологічного розглядається як системна якість, властива тільки усій системі і не зводиться до суми якості її елементів. Психічні явища зіставляються не з окремими нервовими процесами, а



з їх організованою сукупністю. При цьому спосіб організації (що важливо підкреслити) трактується як детермінований не внутрішньомозковими відносинами, а взаємодією організму з середовищем, що виявляється, насамперед, у поведінці.

### **3.5. Функціональний стан та методи його оцінки**

Поняття «функціональний стан» характеризує ефективну сторону діяльності людини [53]. Іншими словами, мова йде про можливості людини виконати певну роботу в залежності від його стану. Різні форми активності людини можна охарактеризувати предметною спрямованістю діяльності, мотивацією та інтенсивністю їх прояву [54].

Функціональний стан пов'язують, починаючи з аналізу діяльності окремої живої клітини [55] і закінчуючи складними формами емоційних переживань [56,57] і навіть характеристикою поведінки на рівні колективу і популяції [53,58].

Поняття «функціональний стан» виникло і отримало подальший розвиток у фізіології. Основним змістом відповідних досліджень був аналіз мобілізаційних можливостей та енергетичних витрат працюючого організму [54,59].

Визначення функціонального стану було вироблено на основі подання про системний характер зрушень, що розвиваються у людини в процесі доцільної роботи [60]. Стан людини з цієї точки зору розуміють як своєрідну відповідь різних систем організму на зовнішні і внутрішні впливи [61].

Будь-який стан людини виникає в процесі діяльності. Він є результатом взаємодії різних елементарних структур.

Деякі види втоми характеризуються певними зрушеннями в діяльності серцево-судинної системи. При інтенсивній фізичній роботі збільшуються енергетичні потреби організму, які призводять до збільшення швидкості і об'єму кровотоку. При цьому знижується сила серцевих скорочень і зменшується систолічний об'єм крові. Діагностично значущими для оцінки функціонального стану виявляються не самі по собі ці показники, а напрямок і величина їх зрушень і співвідношення між ними.

Важливою особливістю такого підходу до вивчення різних станів є розуміння їх як формуються реакції. Важливим моментом при цьому є наявність комплексу причин, що визначають специфічність стану в конкретній ситуації [62,63,64]. Якісна неоднорідність різних станів викликана від-

мінностями їх причин. Для стану втоми важливого значення набувають фактори тривалості впливу навантаження, виду навантаження, його організації в часі [65,66]. Стан емоційної напруженості визначають головним чином підвищеною значимістю виконуваної діяльності, її відповідальністю, складністю, ступенем підготовленості людини та іншими факторами [63,67].

Важливе значення має аналіз тих умов, в яких відбувається вплив основних факторів у кожному конкретному випадку. Наприклад, безпосередньо на тлі вихідного стану монотонії при зміні характеру діяльності може формуватися стан оптимальної працездатності [68,69].

Вищевикладене дозволило деталізувати визначення поняття функціонального стану. Функціональний стан людини розуміють як інтегральний комплекс готівкових характеристик тих функцій і якостей людини, які прямо чи опосередковано зумовлюють виконання діяльності [62,70].

Як було показано вище, функціональний стан впливає на ступінь втоми людини та її працездатність. Для водія оцінка функціонального стану особливо важлива, так як викликане його зміною тимчасове зниження працездатності впливає на безпеку дорожнього руху.

На сьогодні застосовують безліч методів оцінки функціонального стану.

Функціональний стан формується під впливом показників тих систем, що безпосередньо впливають на ефективність діяльності, причому частіше вивчаються психологічні показники, що характеризують зрушення в протіканні психологічних процесів, і фізіологічні, що відбивають зміни різних систем організму людини [71].

Для його оцінки можна використовувати методи, які застосовані в психології, фізіології та інженерній психології [72,73]. У працях [71,74] приведені фізіологічні і психологічні показники, що пов'язані з навантаженням і перевантаженням, які широко використовують у ергономічних дослідженнях. Фізіологічні показники: тиск крові, частота і глибина дихання, обсяг видихуваного за хвилину повітря, споживання кисню, електроенцефалограма, шкірногальванічна реакція, електроміограма, біохімічні зміни крові і сечі, частота пульсу і мінливість ритму серцевого м'яза, електрокардіограма. Психологічні показники можуть бути визначені шляхом вирішення задач методом Дерев'янка [74, 75] або аналізом зміни і структури зорового процесу [74].

Функціональний стан людини можна оцінювати шляхом реєстрації електроенцефалограми (ЕЕГ). Вона дозволяє отримувати інформацію як про роботу окремих центрів, так і про всю центральну нервову систему в цілому. Не дивлячись на високу інформативність, вживання ЕЕГ в трудових умовах важко по технічних причинах. Крім того, якщо як розмежувач виступає не одиничний сигнал, а цілий потік, то це приводить до затушовування характеристик ЕЕГ.

Іншим недоліком цього методу є те, що електроди щільно притискають до голови випробовуваного для підтримки постійного опору на місці контакту, що викликає больові відчуття. В основному, вживання його можливе лише в стаціонарних умовах [41,72].

Іншим методом оцінки функціонального стану є метод шкіряно-гальванічної реакції (ШГР). Суть ШГР полягає у вимірі різниці потенціалів між окремими точками на поверхні шкіри людини при несподіваній появі сигналу зовнішнього подразника. У деяких дослідженнях виявлений зв'язок між емоційним станом людини і електричним опором шкіри [72,76,77].

При реєстрації ШГР велике значення має методика проведення досліджень, оскільки останні, що проведені в різних умовах показали, що в різних відведеннях виходять нерівнозначні свідчення. Ці відмінності викликані запізнюванням в організмі людини процесу виконання відносно процесу передачі збудження. Не дивлячись на простоту реєстрації ШГР і її інформативність, вона володіє недоліками, які не дозволяють її використання в дослідженнях для вирішення даних завдань. По-перше, використання окремо ШГР недостатньо для загальної оцінки організму водія; по-друге, отримувана інформація не є кількісною.

Наступним методом оцінки функціонального стану є використання критичної частоти злиття мигтінь (КЧЗМ). Цей метод широко застосовують в психології, фізіології, ергономії, нейроофтальмології [78,79]. Сутність методу полягає в наступному. Випробовуваному надали джерело мількаючого світла, частота мигтінь якого зростає. Частота мигтінь, за якої випробовуваний відчуває безперервний потік світла, оцінюється як критична. Відсутність єдиних методичних підходів і стандартного апаратного забезпечення призводить до вкрай суперечних результатів у різних авторів і утрудняє можливість зіставлення отриманих в різних лабораторіях даних. В основному, метод КЧЗМ дозволяє оцінити функціональний стан через стан зорового аналізатора. Використання цього методу в даних завданнях скрутно із-за неможливості оцінки КЧЗМ в умовах транспортного процесу.

Крім того, окремо КЧЗМ не дозволяє судити щодо стану всього організму.

Оцінити функціональний стан людини можна також спеціальними тестовими методами [72,80,81,82,83]. Методи якісної оцінки дозволяють за безперервної реєстрації функціонального стану розпізнавати періоди різної напруженості його роботи, але мало придатні для оцінки динаміки зміни працездатності. Тому в дослідженнях для визначення надійності доводиться використовувати методи, які дозволяють оцінити ті ж механізми центральної нервової системи, що і в досліджуваній трудовій діяльності.

Тестові методи дозволяють отримувати кількісні характеристики процесів, що не корелюють в психофізіологічних показниках випробовуваного. Вони визначаються як відношення тривалості виконання тестових завдань і кількості здійснених помилок до фонових показників. За допомогою тестових методів можна визначити енерговитрати людини в різні періоди трудової діяльності для досягнення однакового виробітку. Ці показники дозволяють оцінити працездатність протягом робочого дня. Проте, використання лише тестових методів для оцінки стану людини і міри стомлення є недостатнім.

Функціональний стан людини-оператора можна оцінювати на основі аналізу мови оператора [73, 84, 85]. Існують стійкі фізичні параметри емоційної виразності мови, що відбиває динаміку функціонального стану. Так, за змінами частотних характеристик мови можна робити висновок щодо ступеня і характеру емоційної напруги [71]. Основними інструментами дослідження емоційної мови є спектральний аналіз і його кепстральні варіанти. Для практичної реалізації методики було розроблене відповідне програмне забезпечення, що дозволяє на основі відповідей оператора автоматично визначати його функціональний стан.

Щодо стану нервово-емоційної напруги, то про це можна дізнатися шляхом аналізу концентрації в слині водія натрію і калію. Цей метод є досить чутливим показником впливу різних стресів [86].

Оцінювати функціональний стан можна на основі методів оцінки психічної і фізіологічної складової регуляції гомеостазу. До першої групи включають пакети методики психологічної діагностики; до другої – пакети методики психофізіологічної функціональної і рефлексорної діагностики за біологічно активними ділянками [87].

Також оцінювати функціональний стан можна на основі аналізу часу простої сенсомоторної реакції з використанням спеціальної комп'ютерної програми [88].

Діагностика функціонального стану організму людини можлива на основі експрес-оцінки поточних електричних характеристик рефлексогенних біологічно активних зон шкіри [89]. На вивченні електричних властивостей цих зон основана дія комп'ютерного електропунктурного сканера, що призначений для дослідження динаміки функціонального стану [90].

Для оцінки функціонального стану організму застосовується електрографічний метод – газорозрядна візуалізація. Метод оснований на ефекті Кірліан – реєстрації світіння, що викликане фотонами, електронами, а також іншими частками поблизу поверхні біологічних об'єктів, що розміщені в електромагнітному полі високої напруги [91].

Також при вивченні функціонального стану людини одержав метод комплексної реєстрації психофізіологічних функцій (поліефекторний метод) [92], цінність якого полягає в можливості одночасної реєстрації багатьох психофізіологічних параметрів. Такий підхід реалізують у комплексі для психофізіологічного тестування [93]. Принцип його дії базується на реєстрації фізіологічних даних (електрокардіограми і часу реакції на світловий імпульс), а також реєстрації відповідей (так/ні) на запитання тестів і часових інтервалів між відповідями.

Інформацію про функціональний стан організму можна одержати за даними варіабельності серцевого ритму шляхом реєстрації електрокардіограми [94].

Зі всіх методів для даних завдань найбільш придатний метод оцінки функціонального стану шляхом реєстрації електрокардіограми (ЕКГ). З усіх психофізіологічних показників ЕКГ найбільш вивчена і методика її виміру і аналізу найбільш досконала. Це пояснюється тим, що ЕКГ широко використовують у клінічній практиці для вивчення серцево-судинної системи (ССС). Широке дослідження структури серцевого ритму в спортивній, авіаційній і космічній медицині, а також у клініці, дало можливість диференційованого підходу до кількісної оцінки ступеня участі центральних і автономних механізмів регуляції серцевого ритму при впливі різних факторів на організм [41, 43, 95-103]. У психофізіології ЕКГ служить як основний індикатор емоційного стану людини при фізичному й розумовому навантаженні [72]. При цьому значимими є такі її характеристики, як частота пульсу, зміна в зубцях і інтервалах. Потенціали, що виникають у сердечному м'язі, проводяться навколишніми тканинами до кінцевих покриттів. Зміни цих потенціалів фіксуються спеціальними приладами – електрокардіографами.

Реєстровану криву називають кардіограмою. Залежно від вирішувального завдання ЕКГ вимірюють у стандартних або нестандартних відведеннях. Реєстрацію ЕКГ у стандартних відведеннях виробляють тоді, коли людина лежить в спокійному, розслабленому стані. У нестандартних відведеннях вимірювана ЕКГ дозволяє визначити зміну частоти пульсу, показники систоли і відносної зміни інтервалів. Не дивлячись на різний вигляд ЕКГ, у різних відведеннях завжди виразно виділяють зміни потенціалів – зубці. Ці зубці (їх амплітуда, тривалість і відстань до сусіднього зубця) і є головною характеристикою діяльності і стану серця (рис. 3.2).

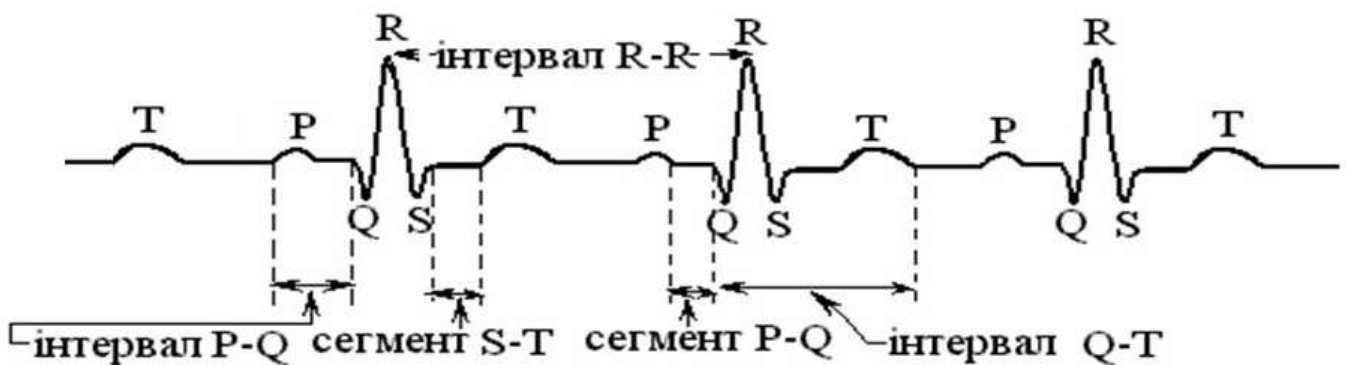


Рис. 3.2 – Схема електрокардіограми людини в нормі

При зростанні фізичного навантаження спостерігається збільшення зубців *R* і *T* і зменшення інтервалу *P* - *Q* на фоні затухання пульсу. Емоційне навантаження викликає такі ж зміни в ЕКГ, як і значна фізична. Сильні емоційні навантаження призводять до зниження зубців *P* і *T* при цьому покращується серцевий ритм і зміщується вниз інтервал *ST*. Зміни зубця *T* дослідники пов'язують з розвитком стомлення, з психічною напругою і з емоційними реакціями. Якщо використовувати ЕКГ не як інструмент клінічної діагностики стану людини, а як психофізіологічний показник, то аналізу підлягають зміни пульсу, форма зубців і співвідношення інтервалів між зубцями. При цьому відносні зміни цих характеристик ЕКГ не залежать від місця відведення [72].

Як система, що відображає зміни, які відбуваються в організмі в цілому, вибрана ССС. Вона з її багаторівневою регуляцією є функціональною системою, кінцевим результатом діяльності якої є забезпечення заданого рівня функціонування цілісного організму. Будь-якому заданому рівню функціонування цілісного організму відповідає еквівалентний рі-

вень функціонування апарата кровообігу. Система кровообігу активно бере участь у всіх проявах життєдіяльності, забезпечуючи необхідний кінцевий результат діяльності ланок цілісного організму, яким управляють. Вона з її нейрогуморальним апаратом управління і саморегуляцією реагує на щонайменші зміни потреби окремих органів і систем і забезпечує узгодження кровотоку. Реакція ССС є показником загальної реакції організму [72,91,104-107]. Виходячи з концепції про ССС як індикатор адаптаційно-приспосовної діяльності цілісного організму, слід перш за все звернутися до аналізу змін ритму серцевих скорочень – універсальної реакції організму у відповідь на будь-яке навантаження – фізичне або емоційне. Інформація про те, як організм вийшов на той або інший рівень діяльності закодована в послідовності кардіоінтервалів.

Послідовність кардіоінтервалів електрокардіограми є закодованою інформацією про процеси, що протікають не в самому серці, а в різних ланках системи управління: нервових сплетіннях; залозах внутрішньої секреції; нервових центрах, розташованих у глибині мозкової тканини [95, 97, 98]. За структурою кардіоритму можна судити про стан механізмів фізіологічної регуляції [91].

Для аналізу динамічних рядів кардіоінтервалів застосовують методи теорії випадкових процесів і теорії ймовірності [95, 97, 107]. Для автоматизації процесу аналізу розроблялися спеціальні апаратно-програмні комплекси [91, 108-116]. При цьому відзначається, що використання математичних методів при дослідженні надійності водіїв як основної ланки системи «водій-автомобіль-середовище руху» має першочергове значення [117]. Під час статистичного аналізу динамічного ряду інтервалів обчислюють такі показники: математичне очікування, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії й ексцес. Математичне очікування є величиною зворотною середній частоті пульсу [95]. Однак, незважаючи на те, що статистичні показники досить повно характеризують динамічний ряд кардіоінтервалів як випадковий процес, вони не відображають його внутрішньої структури і не дозволяють робити висновок про механізми, що забезпечують наявний ефект регуляторних впливів.

Ряд дослідників використовували індекс напруженості регуляторних систем як показник оцінки функціонального стану водіїв. Так, у праці [100] на підставі розрахунків даного показника були обґрунтовані раціональні режими роботи водіїв таксомоторів; [99] з його використанням були

отримані закономірності зміни функціонального стану водіїв сільськогосподарських машин протягом робочого дня і року.

Висновок про те, що величина індексу напруженості регуляторних систем впливає на довгострокову продуктивність водія, був зроблений у праці [76]. Тут же відзначається, що оцінка стану фізіологічних систем людини за індексом напруженості є загальновизнаною. За допомогою цього показника можна оцінювати функціональний стан водіїв не тільки після фізичних, але і розумово-емоційних навантажень [118].

Однак наведені вище методи математичного аналізу ритму серця дозволяють оцінити тільки окремі елементи системи управління, що складається з п'яти функціональних систем: сумарного ефекту регуляції, функції автоматизму, вегетативного гомеостазу, стійкості регуляції, активності підкіркових нервових центрів. Дослідники у праці [95,103] запропонували інтегральний критерій оцінки функціонального стану людини - показник активності регуляторних систем, що відбиває загальну реакцію організму на вплив факторів навколишнього середовища. Даний показник характеризує напруга інформаційних каналів регуляції в організмі людини, реакцію цих каналів на вплив факторів навколишнього середовища [119]. З його використанням була підтверджена можливість оцінки впливу на водіїв як типу транспортних засобів, так і складності маршруту їхнього руху [108].

Показник активності регуляторних систем представляють у вигляді суми умовних балів і в залежності від його величини визначають у якому стані знаходиться людина: до 3 балів – нормальний стан, від 3 до 6 балів – стан напруги; від 6 до 8 балів – стан перенапруги; від 8 до 10 балів – виснаження (астенізація). При цьому також враховують кількість позитивних і негативних балів, що беруть участь у формуванні сумарного значення [95]. Більш детальний розгляд діапазонів функціональних станів відповідно до даної методики було представлено у праці [116]: до 3 балів – фізіологічна норма (1 бал – оптимальний рівень, 2 бали – нормальний рівень, 3 бали – помірна функціональна напруга); від 4 до 5 балів – донозологічний стан (4 бали – виражена функціональна напруга, 5 балів – різко виражена функціональна напруга); від 6 до 7 балів – преморбідний стан (6 балів – перенапруга регуляторних механізмів, 7 балів – різко виражена перенапруга регуляторних механізмів); від 8 до 10 балів – зрив адаптації (8 балів – виснаження регуляторних систем, 9 балів – різко виражене виснаження регуляторних систем, 10 балів – зрив механізмів адаптації).



Було виявлено, що певний рівень напруги необхідний для підтримки стану середньої нормальної життєдіяльності як в умовах відносного спокою, так і при звичайній діяльності. Однак перенапруга систем регуляції може привести до зриву адаптації з неадекватною зміною рівня функціонування основних систем організму і появи патологічних синдромів і захворювань [120]. Інші дослідники відзначають, що організація праці водія мусить не допускати надмірного стомлення, а тим більше – перевтоми водіїв [86].

Таким чином, можна зробити висновок, що при будь-якій діяльності людини стан регуляторних механізмів її організму не мусить виходити на рівень надмірного стомлення, перенапруги і зриву адаптації.

### **3.6. Працездатність і надійність водія-оператора**

Працездатність – величина функціональних можливостей організму, що характеризується кількістю і якістю роботи при нарузі максимальної інтенсивності або діяльності [59]. Тип працездатності та періодичність її зміни пов'язані з тривалістю фаз функціонального стану людини [15].

Зміна працездатності залежить від умов трудової діяльності і підпорядковується фізіологічним закономірностям у процесі праці. Працездатність значною мірою пов'язана з оптимальним і екстремальним регулюванням в організмі людини, які мають різний рівень мобілізації його резервних можливостей. Межа цих можливостей виявляється лише при стресі, коли включається екстремальний рівень регуляції.

Розрізняють такі фази працездатності:

перша – фаза мобілізації – організм мобілізується, людина обмірковує майбутню роботу, збільшується частота серцебиття, поглиблюється дихання;

друга – фаза первинної реакції – характеризується деяким зниженням усіх показників. Фізіологічний механізм цієї фази пов'язаний із зовнішнім гальмуванням, що виникають у результаті зміни характеру подразника. Ця фаза короткочасна;

третья – фаза гіперкомпенсації – займає початковий період роботи. У цій фазі пристосування людини до найбільш економічного, оптимального режиму виконання даної функції. У цій фазі немає точної відповідності реакції організму величиною навантаження. Організм реагує на навантаження з більшою силою, ніж це необхідно;

четверта – фаза компенсації – оптимальний режим роботи. Показники функціонального стану стабільні. Ефективність праці – максимальна;

п'ята – фаза субкомпенсації – рівень фізіологічної реакції знижується, необхідна якість роботи підтримується за рахунок ослаблення менш важливих функцій. Компенсація здійснюється за рахунок процесів менш вигідних енергетично і функціонально;

шоста – фаза декомпенсації – в цій фазі погіршуються показники фізіологічних систем. Фаза субкомпенсації і декомпенсації об'єднується під загальною назвою фази стомлення;

сьома – фаза зриву – значний розлад регулюючих механізмів, неадекватність реакцій, різке падіння працездатності, що виникли зміни в роботі фізіологічних систем. Усе це вимагає тривалого відпочинку, а іноді й лікування.

Поняття «надійність водія» можна визначити по-різному. При визначенні цього поняття в інженерній психології виходять з надійності людини - оператора. Психологи розуміють під надійністю водія здатність безпомилково керувати автомобілем. При цьому основними факторами, що визначають надійність, вважають придатність водія до керування автомобілем, підготовленість і працездатність [9].

Надійність людини, що є елементом системи ЛТ, визначають його здатністю до збереження заданої ефективності роботи при ускладненні навколишнього оточення [121].

Враховуючи, що система ВАДС являє собою взаємопов'язане ціле і її надійність або відмова визначаються усіма її елементами, можна визначити надійність водія трохи інакше. При цьому необхідний однаковий підхід до оцінки надійності автомобіля і водія. Відомостей про надійність водія накопичено менше, ніж відомостей про надійність автомобіля, фактичні дані узагальнені в рідкісних випадках. Кількісна оцінка надійності водія – важке завдання, оскільки моделювання керуючих властивостей водія супроводжується рядом припущень і застережень і можливо поки лише для окремих випадків. Виходячи з цього надійність водія – це властивість зберігати параметри функціонування в межах, що забезпечують безпеку руху і відповідних режимів руху і умов використання автомобіля. Надійність водія – складна властивість, що визначається більш простими: безвідмовністю, відновлюваністю, збереженням, довговічністю.

Безвідмовність водія – це властивість зберігати працездатність у межах встановлених норм робочого часу (робочого дня), що обчислюється в

годинах. Безвідмовність водія змінюється протягом робочого дня різним чином. Наприклад, водій 1 спочатку робочого дня має більш високу ймовірність безвідмовної роботи, ніж водій 2 (рис. 3.3, а). Однак до кінця робочого дня (до часу  $[t_p]$ ) ця ймовірність стає менше допустимої, так що надійність водія 2 виявляється більш високою.

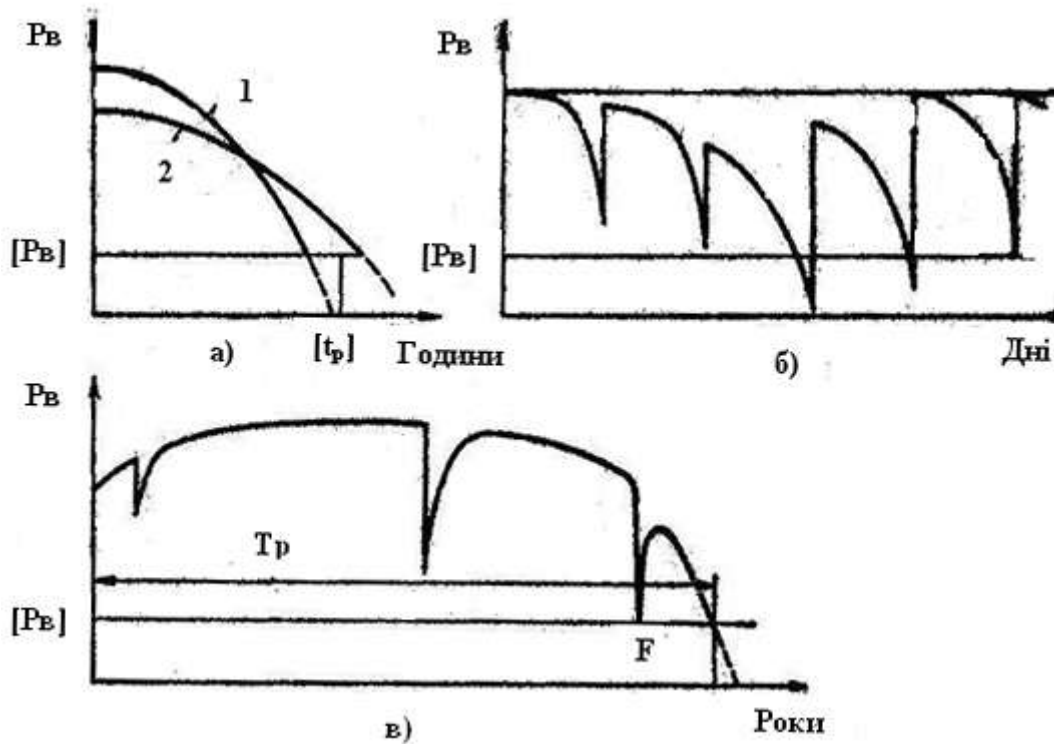


Рис. 3.3 – Зміна ймовірності безвідмовної роботи водія протягом  
а) - робочого дня; б) - тижня; в) - всього строку водійської діяльності

За психофізіологічної оцінки стану водіїв, перші 1,5–2,5 год. роботи відбувається «вхід у працю» організму, після якої настає період найвищої працездатності. У період входження до праці ймовірність безвідмовної роботи водія знижена. Водії можуть неправильно оцінювати рівень своєї працездатності, здійснювати ризиковані маневри. Перші ознаки зниження працездатності з'являються через 4–5 год. і, поступово наростаючи, стає значні після 6–8 год. роботи. За рахунок компенсаторних механізмів організму певний рівень працездатності підтримується до 9–10 год. роботи. Після цього компенсаторні можливості організму вичерпуються, і відбувається швидке зниження працездатності до рівня, що недопустимий з точки зору безпеки руху, або з'являється сонливість.

Непрямі наслідки зміни безвідмовності роботи водія протягом робочого дня видно при вивченні статистики ДТП.

При управлінні автомобілем протягом 7–12 год. водії роблять ДТП (внаслідок засинання) приблизно в 2 рази частіше, ніж при тривалості роботи до 7 годин. При перебуванні за кермом понад 12 годин число ДТП з тієї ж причини збільшується в 9 разів.

Відновлюваність – це властивість водія відновлювати свою працездатність після встановлених перерв у діяльності.

Відновлюваність має велике значення для забезпечення надійності діяльності професійних водіїв.

Як згадувалося вище, тривалість перебування водія на робочому місці понад 10 год. – явище не таке вже й рідкісне. До цього треба додати час на щоденне обслуговування свого автомобіля. Фактичні витрати часу можуть перевищувати 1 год. у 14 % водіїв. Якщо врахувати витрати часу на дорогу, то на сон і відпочинок водія може залишитися недостатньо часу. Згадуване обстеження показало, що у половини водіїв тривалість сну не перевищує 7 год., кожен четвертий спить перед зміною менше 6 год., а іноді тривалість знижується до 4,5–5 год.

Неповноцінний відпочинок позначається на рівні безвідмовності водіїв у наступний робочий день: майже у половини з них відзначається поява сонливості під час водіння; водії, що сплять перед зміною менше 6 год., відзначають зниження уваги до кінця зміни в 2,5 рази частіше, ніж при тривалості сну 8 год.

Відновлюваність працездатності водія, (за інших рівних умов), в різні дні тижня неоднакова: при роботі в одну зміну в перші дні тижня вона менша – відбувається «вхід у працю» організму, подібно тому, як це спостерігається протягом робочого дня.

Зразкові криві зміни ймовірності безвідмовної роботи водія протягом тижня при щоденній роботі в одну зміну, недовикористання обідньої перерви (за даними обстеження в 26 % обідня перерва триває менше 0,5 год.) наведеної на рис. 3.3, б. Неповноцінний відпочинок у третій день тижня викликав небезпечне зниження працездатності на наступний день до кінця робочої зміни.

Професійна довговічність - властивість водія зберігати працездатність до настання граничного стану (вихід на пенсію, перехід на іншу роботу) з необхідними перервами, обумовленими умовами відпочинку, тру-

дової діяльності. Таким чином, довговічність водія відноситься до часу функціонування  $t_p$ , обчислюється звичайно в роках (рис. 3.3, в).

Момент настання граничного стану, тобто величину професійної довговічності  $t_p$  встановлює часто сам водій. Якщо він вважає, що воно настанало, то припиняє роботу і змінює професію, іноді задовго до пенсійного віку.

Оскільки професійну довговічність водія визначають не тільки за віком, але також за організацією і умовами водійського праці, вона може бути різною на різних автотранспортних підприємствах (АТП) (рис. 3.4).

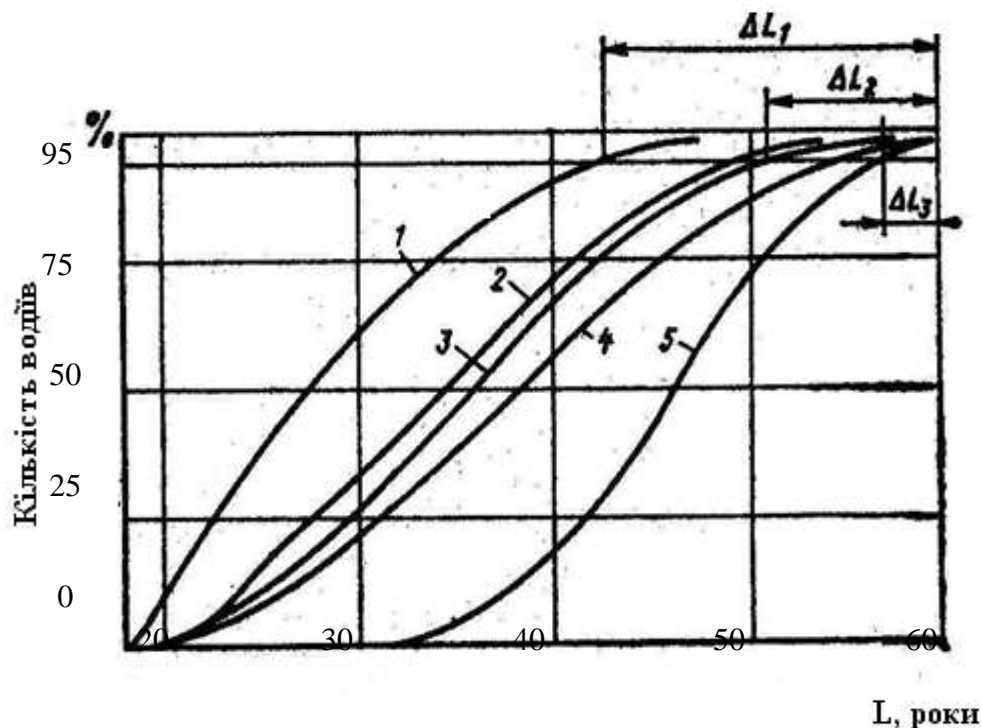


Рис. 3.4 – Характеристики професійної довговічності водіїв різних АТП

Введемо поняття «характеристика професійної довговічності водія». Ця характеристика пов'язує вік  $AL$  водіїв з їх числом ( $y\%$ ) на АТП. Наприклад, при  $L = 95\%$ ,  $AL = 55$  років, тобто  $95\%$  водіїв цього АТП мають вік до 55 років. Характеристики професійної довговічності водіїв, отримані на різних АТП, наведені на рис. 3.4. Ці характеристики істотно різні, щоб оцінити цю відмінність слід врахувати деякі особливості рухомого складу і перевезень, що впливають на професійну діяльність водіїв.

Характеристики, наведені на рис. 3.4, за таких показників: 1 – вантажні автомобілі, замські перевезення в умовах жаркого клімату зі значною тривалістю робочого дня; експлуатація організована за найбільш простою

схемою: автомобіль працює на лінії до втрати працездатності; ТО проводиться попутно при усуненні відмови, причому всі роботи виконує водій; 2 – вантажні автомобілі, перевезення в умовах інтенсивного руху; експлуатація організована таким чином, що водій у значній мірі розвантажений від виконання операцій ТО і ТР; 3 – легкові таксі, експлуатація в умовах великого міста з жарким кліматом, тривалість робочого дня строго регламентована; водій звільнений від виконання операцій ТО і ТР; 4 – вантажні автомобілі, перевезення в умовах міста та його передмість зі стабільними маршрутами, з жарким кліматом; водій в значній мірі вивільнений від виконання операцій ТО; 5 – автобуси, що експлуатуються на змішаних трасах з великою інтенсивністю руху, з жорсткими вимогами до точності дотримання розкладу; робочий день 8 год.; ТО і ТР проводять без участі водія.

Зауважимо, що характеристики 2 та 5 відповідають одному й тому ж АТП. Це показує, що на підприємствах можна впливати на професійну довговічність водіїв, враховуючи особливості рухомого складу і перевезень. Важливо зазначити, що характеристика професійної довговічності водіїв будується просто і швидко, дозволяє оцінити ті резерви, які є на даному АТП: щодо забезпечення транспортного процесу водійськими кадрами.

Висока довговічність водіїв на АТП має забезпечуватися відповідними умовами їх професійної діяльності. В іншому випадку може рости аварійність. Так, одне обстеження показало, що число ДТП у водіїв у віці 50-59 років виявилось в 2 рази вище, ніж у водіїв у віці до 24 років. Такий результат недивний, оскільки водії старшого віку, маючи в більшості випадків більш високий клас водіння, були інтенсивніше завантажені.

Збереженість – властивість водія зберігати параметри функціонування після тривалих перерв у трудовій діяльності. Гарна цілісність водійських якостей важлива для власників індивідуальних автомобілів, що мають в середньому малі (до 10–12 тис. км) середньорічні пробіги і значні перерви у водінні.

Перерви трудової діяльності, зумовлені хворобами, спостерігаються у водіїв усіх категорій. Було встановлено, що професійна захворюваність водіїв з тимчасової втрати працездатності склали 56 %, при цьому середня тривалість втрати працездатності дорівнює 11 дням.

Після тривалих перерв у водінні з тих чи інших причин відбувається непомітна для водія втрата професійних навичок в управлінні або їх дестабілізація (точка *F* на рис. 3.3, в).

При оцінці надійності людини враховуються такі чинники [5]:

1) довготривала витривалість – збереження людиною робото спроможності на заданому рівні протягом певного часу; з наростаючою втоми надійність знижується (спостерігається збільшення неточностей, помилок, зниження уваги і т. д.);

2) стійкість до впливу факторів середовища (температури, вологості, тиску, шуму, прискорення), пов'язана зі станом нервової системи оператора;

3) працездатність в екстремальних умовах, тобто здатність приймати правильні рішення при дефіциті часу, в аварійних ситуаціях тощо;

4) завадостійкість – працездатність оператора в умовах шумів, сторонньої мови, руху сторонніх предметів у полі зору; завадостійкість оператора підвищується за рахунок набуття досвіду роботи, тренувань, поліпшення умов праці;

5) спонтанна абстрактність – відволікання уваги в результаті внутрішніх спонтанних коливань уваги, в першу чергу: при тривалому пасивному спостереженні;

6) переключення – час «входження» в нову діяльність.

Надійність оператора характеризується також безпомилковістю, готовністю і своєчасністю.

Основним показником безпомилковості, є ймовірність безпомилкової роботи, яку можна обчислювати як на рівні окремої операції, так і на рівні алгоритму в цілому.

Для типових часто повторюваних операцій (як показника безпомилковості) можна використовувати також інтенсивність помилок. Цей показник визначають, як правило, з розрахунку на одну виконану операцію (алгоритм). За статистичними даними стосовно до фази стійкої працездатності [122 ]:

$$p_j = \frac{N_j - n_{ouj}}{N_j}; \lambda_j = \frac{n_{ouj}}{N_j T_j}, \quad (3.1)$$

де  $p_j$  – ймовірність безпомилкового виконання операцій  $j$ -го виду;

$\lambda_j$  – інтенсивність помилок, допущених при виконанні операцій  $j$ -го виду;

$N_j, n_{ouj}$  – загальне число виконаних операцій  $j$ -го виду і допущена при цьому кількість помилок;

$T_j$  – середній час виконання операції  $j$ -го виду.

Знаючи інтенсивність помилок при виконанні різних операцій і алгоритм роботи людини-оператора, можна знайти ймовірність безпомилкового виконання цього алгоритму:

$$P_{OP} = \prod_{j=1}^r p_j^{k_j} \approx e^{-\sum_{j=1}^r \lambda_j T_j k_j} = e^{-\sum_{j=1}^r (1-p_j) k_j}, \quad (3.2)$$

де  $k_j$  – число виконаних операцій  $j$ -го виду;

$r$  – число різноманітних видів операцій ( $j = 1, 2, \dots, r$ ).

Важливим показником надійності є коефіцієнт готовності, що представляє собою ймовірність включення людини-оператора до роботи в будь-який момент часу і визначається виразом:

$$K_{OP} = 1 - T_0 / T, \quad (3.3)$$

де  $T_0$  – час, протягом якого людина-оператор з тих чи інших причин не може прийняти інформацію, що надійшла до нього;

$T$  – загальний час роботи людини-оператора.

Як показник відновлюваності використовують ймовірність виправлення оператором допущеної помилки:

$$P_{исп} = P_k P_{обн} P_u, \quad (3.4)$$

де  $p_k$  – ймовірність видачі сигналу схемою контролю;

$p_{обн}$  – ймовірність виявлення оператором сигналу контролю;

$p_u$  – ймовірність виправлення помилкових дій при повторному виконанні алгоритму.

Цей показник дозволяє оцінити можливість самоконтролю оператором своїх дій і виправлення допущених ним помилок.

Показником своєчасності є ймовірність виконання завдання протягом часу, де  $\tau \leq t_{\text{л}}$ , де  $t_{\text{л}}$  – ліміт часу, перевищення якого розглядається як помилка. Цю ймовірність визначають за формулою:

$$P_{CB} = P_{\tau \leq t_{\text{л}}} = \int_0^{t_{\text{л}}} f(\tau) d\tau, \quad (3.5)$$

де  $f(\tau)$  – функція розподілу часу виконання завдання людиною-оператором.



Час  $t_n$  може бути як постійною, так і випадковою величиною. У першому випадку вірогідність  $p_{CB}$  визначають виразом (3.5). У другому випадку обчислення  $p_{CB}$  досить складне. Воно спрощується, якщо  $\tau$  та  $t_n$  підпорядковані нормальному розподілу з параметрами  $\bar{\tau}, \sigma_\tau$  та  $\bar{t}_n, \sigma_{t_n}$  відповідно (рис. 3.5).

Оскільки  $t_n$  і  $\tau$ , як правило, незалежні, то  $\Delta t = t_n - \tau$  теж розподілені за нормальним законом з параметрами:

$$\Delta \bar{t} = \bar{t}_n - \bar{\tau}, \sigma_{\Delta} = \sqrt{\sigma_{t_n}^2 + \sigma_{\tau}^2}. \quad (3.6)$$

На підставі відомих положень теорії ймовірності:

$$p_{CB} = p \Delta t \geq 0 = \int_{-\infty}^{\frac{\Delta t}{\sigma_{\Delta}}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 0,5 + \Phi_0\left(\frac{\Delta t}{\sigma_{\Delta}}\right), \quad (3.7)$$

де  $\Phi_0\left(\frac{\Delta t}{\sigma_{\Delta}}\right)$  – табличне значення функції Лапласа.

Середнє значення часу виправлення помилки:

$$\bar{\tau}_u = \sum_{k=1}^{\infty} \bar{\tau}_k p_k, \quad (3.8)$$

де  $\bar{\tau}_k$  – середнє значення часу виправлення помилки з  $k$ -ї спроби;

$p_k$  – ймовірність виправлення помилки з  $k$ -ї спроби за умови, що в попередніх до  $k-1$  спробах мала місце помилка.

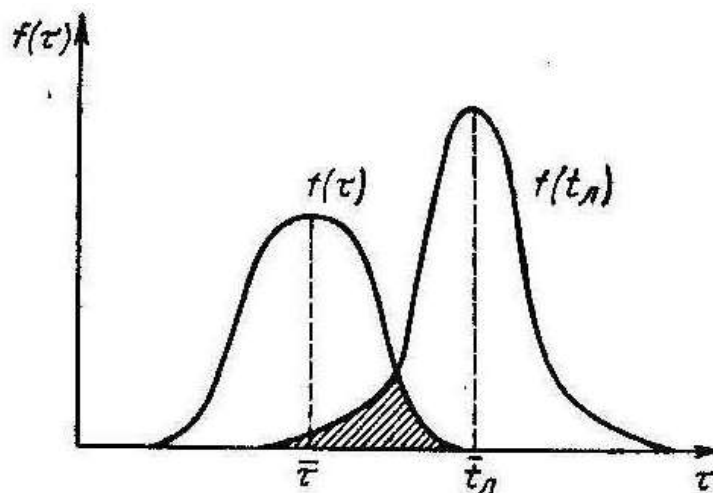


Рис. 3.5 – Закони розподілу:  $f(\tau)$  – час рішення задачі людиною-оператором;  $f(t_n)$  – ліміт часу

Така ймовірність підпорядкована геометричному розподілу виду:

$$p_k = p_{OP}(1 - p_{OP})^k. \quad (3.9)$$

Середнє значення часу виконання завдання з урахуванням часу виправлення помилки визначають за формулою:

$$\bar{\tau}_p = \bar{\tau}_{on} + \bar{\tau}_u, \quad (3.10)$$

де  $\bar{\tau}_{on}$  – середнє значення часу безпомилкового виконання людиною - оператором заданого алгоритму.

Дисперсія часу вирішення задачі з урахуванням часу виправлення помилки:

$$\sigma_p^2 = \sigma_\tau^2 + \sigma_u^2. \quad (3.11)$$

Приблизно можна вважати, що час  $\bar{\tau}_p$  підпорядковане нормальному закону розподілу з параметрами, обумовленими виразами (3.10) і (3.11). Ймовірність своєчасного виправлення помилки  $\bar{\tau}_p$  визначають у залежності від характеру величини  $t_L$  виразом (3.5), або виразом (3.7).

Загальна імовірність виправлення помилки згідно (3.4) може бути виражена формулою:

$$P_{исп} = P_k P_{обн} P_u(t_L). \quad (3.12)$$

Надійність виконання оператором своїх функцій поділяється на три види [123]:

1) психологічна надійність – надійність по відношенню до нестійких відмов (помилки), що пов'язані з неправильним або несвоєчасним виконанням окремих дій;

2) фізіологічна надійність – надійність по відношенню до тимчасових стійких відмов через дефіцит часу або внаслідок розвитку втоми, травми, стресу і т. д.;

3) демографічна надійність – надійність по відношенню до остаточних відмов (старіння, травма з інвалідністю, смерть).

У роботі [124] надійність оператора розглядають разом з індивідуальними характеристиками оператора в світлі вчення про типи вищої нервової діяльності. З робочих характеристик автор виділяє ті, в основі яких лежать вроджені властивості нервової системи оператора: довготривалу

витривалість, витривалість до екстреної напруги, перешкодостійкість, переключення і та ін.

Така позиція отримала підтвердження в ряді робіт [125, 126].

Психологічне вивчення структури діяльності операторів дозволяє виділити кілька режимів діяльності оператора, показники надійності в яких істотно різняться [127]. В якості основних розглядають оптимальний і екстремальний режими. Градацію режимів наводять за показниками діяльності операторів, у зв'язку з чим обговорюються питання надійності операторів у цих режимах. Ряд авторів [128, 129, 130] відзначають великий вплив вольових якостей особистості оператора на показники надійності. Е. В. Бондарев зі співавторами [131] вважає, що в екстремальних умовах діяльність оператора характеризується виборчим перерозподілом функціональних можливостей [131, 132]. При цьому основну діяльність виконує з максимальною ефективністю, а інші – з поступовим зниженням результатів, у міру виснаження психофізіологічних ресурсів. У деяких роботах [133] наводять дані про те, що в цих умовах психологічні тести не відображають зміну психофізіологічних можливостей оператора.

Діяльність оператора в екстремальних умовах, що викликані різними причинами, аналізують в роботах [134, 135, 136, 137, 138, 139, 140]. В [141] вивчалася діяльність оператора в умовах тривалого очікування сигналу (2-10 хв). Для об'єктивної оцінки стану оператора реєстрували час простої сенсомоторної реакції, час реакції і число помилок при диференціювання двох світлових стимулів, час рішення розумових задач, ЕЕГ, ШГР, ЕКГ, вертикальну складову ЕОГ, РМГ, рухи очей. Експериментально встановлено зв'язок ймовірності помилки при вирішенні розумових завдань із змінами фізіологічних показників. Так, зменшення частоти ЕЕГ на 20–30 % щодо фоновій перед подачею завдання підвищує ймовірність помилки. Найкращі результати для сенсомоторного реагування отримані на тлі дифузного неспання: стійкий  $\alpha$ -ритм в ЕЕГ, постійна, для цього оператора частота ЕКГ, велика кількість рухів очей, максимально спостережувана величина ШГР. Помилки, пов'язані з пропуском сигналів, відбувалися на фоні незначного зниження рівня неспання: поява  $\beta$ -ритму, зменшення частоти ЕКГ, відсутність ЕОГ реакцій, мінімальна ЕКГ. Характер помилок діяльності оператора є для нього важливим джерелом інформації. За їх якісного розподілу оператор коригує свою діяльність. При цьому на формування тактики подальшої поведінки важливий вплив надає мотивація оператора [142]. У ряді робіт відзначається, що незалежно від ступеня емоційної

стійкості оператор у всіх випадках змінює свою тактику в залежності від величини і характеру відхилень в отриманих результатах. Проте за даними [143], на етапах навчання і входу у працю збільшення повноти інформації про якість виконуваної діяльності не завжди позитивно відбивається на формуванні необхідних навичок. Це зумовлено двома категоріями інформації в потоці, що надходить каналами зворотного зв'язку: 1) інформація, яка не призводить до дезадаптації діяльності, 2) інформація, облік якої підвищує дезадаптацію оператора. Другий тип характерний для випадків, коли сенсомоторні навички оператора недостатньо розвинені, а зворотній зв'язок призводить до підвищення активації відповідних нервових центрів.

Існує єдиний підхід до забезпечення високої надійності водіїв – комплексний. Він включає два види впливів на водія: безпосередні та непрямі, тобто через елементи ВАДС. Виникає комплекс різних заходів, не тільки технічних, але також соціальних, організаційно-виховних, економічних, правових, медичних та інших (рис. 3.6).

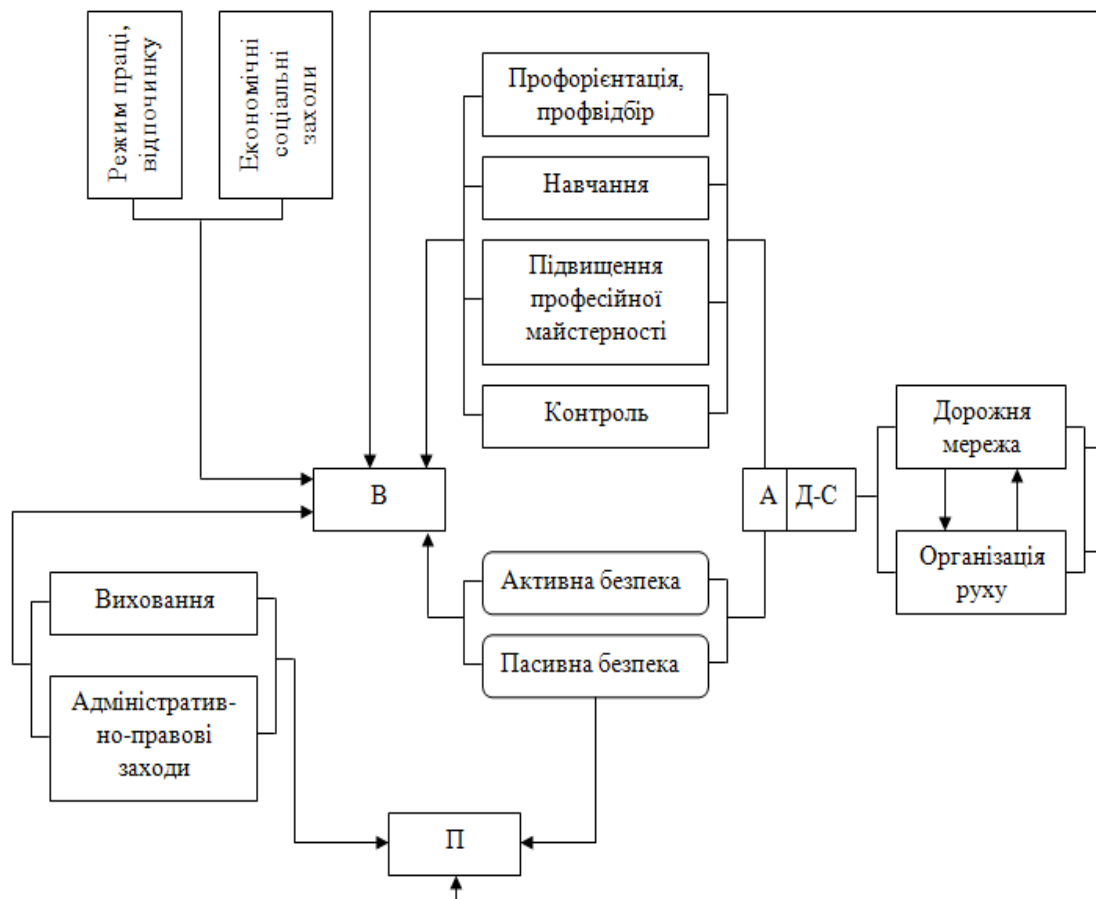


Рис. 3.6 – Комплекс заходів, що підвищують надійність систем ВАДС та ПДС (ПДС – пішохід-дорога-середовище)

Схема дій – безпосередніх і по міжелементних зв'язкам.

Є заходи забезпечення надійності водіїв, пов'язані з безпосередніми впливами на нього.

При високому рівні автомобілізації, коли кількість бере участь у водінні населення досягає 70–80 %, професійний відбір, в його звичайному розумінні, може бути використаний для нечисленних груп водіїв (наприклад, спеціальних або спортивних автомобілів). Для решти водіїв практика підказала видозмінену форму професійного відбору, реалізовану в діючій системі кваліфікаційної оцінки водіїв, - водій навчається і спеціалізується на тому типі автомобілів, на якому йому доведеться працювати.

Перерахуємо заходи непрямого впливу на надійність водіїв за міжелементними зв'язками у системі ВАДС.

Зв'язки, опосередковані автомобілем, тобто типу  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow A \rightarrow B$ ,  $C \rightarrow A \rightarrow B$ , можуть здійснюється різним чином:

- 1) скороченням числа водіїв, збільшенням вантажопідйомності автомобілів, широким використанням автопоїздів, причепів;
- 2) зміною структури робочого дня (тривалості фактичного перебування за кермом), збільшенням числа причепів;
- 3) зменшенням фактичних навантажень, ергономічно сприятливими характеристиками органів управління і щитка приладів;
- 4) скороченням трудомісткості робіт, потрібних від водія для підтримки працездатності автомобіля;
- 5) створенням сприятливого мікроклімату для водія - простора кабіна з хорошою вентиляцією, опаленням;
- 6) створенням високого рівня активної і пасивної безпеки роботи автомобіля.

Активна безпека забезпечується, насамперед, належними параметрами стійкості і керованості автомобіля, відповідністю динамічних якостей автомобіля можливостям водія, надійністю та ефективністю гальмівної системи автомобіля. Пасивна безпека має забезпечувати по можливості виключення або хоча б зниження наслідків ДТП для водія і пасажирів за рахунок різних засобів: захисних властивостей кузова, енергопоглинаючої рульової колонки, сидінь з ремнями безпеки, що захищають від перевантажень при зіткненнях, від перекидань і та ін.

Істотний вплив на надійність водія надають соціально-гігієнічні заходи, режим роботи водія. Робочий день водія може плануватися по-

різному, змінюючись в широких межах (7-12 год). Можливі порушення режиму харчування, відпочинку.

Важливим фактором безпосереднього впливу на безпеку водія є також удосконалення методів навчання водіїв, підвищення їх професійної майстерності, заходи матеріального стимулювання, контроль фізичного стану, а також адміністративно-юридичні заходи, які застосовують до порушників.

### *Питання для самоперевірки та контролю знань*

1. Як класифікують психічні стани людини?
2. У чому полягає сутність втоми і монотонії?
3. Що таке «функціональний стан людини»?
4. Що являє собою концептуальна модель?
5. З яких механізмів складається функціональна система?
6. Які існують методи оцінки функціонального стану?
7. Що називають надійністю водія?
8. Від чого залежить надійність водія?

## 4. ЗНАЧЕННЯ ЗОРОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ

### 4.1. Показники зорової працездатності і сприйняття інформації

Людина, що виконує роль елементу системи ЛТ, близько 90 % усієї інформації отримує через зоровий аналізатор.

Основними характеристиками зорового сприйняття є кутові розміри, рівень адаптації яскравості, контраст між об'єктом і фоном, критична частота мелькання, час інерції очей [9].

Під кутовим розміром зображення розуміють кут між двома променями, що спрямовані від очей спостерігача до крайніх точок спостережуваного зображення [5]. Цей розмір знаходять з виразу:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = h / 2l, \quad (4.1)$$

де  $h$  – лінійний розмір об'єкта, який спостерігають, м;

$l$  – відстань від спостерігача до об'єкта, який спостерігають по лінії погляду, м.

Під рівнем адаптації яскравості розуміють такий рівень яскравості, до якого пристосовані очі людини, і, звичайно, його визначають як середню зі сприйняття оком яскравостей:

$$L_{\text{вср}} = \frac{1}{A} \int_A L_v(A) dA, \quad (4.2)$$

$L_v(A)$  – миттєве значення яскравості елементарної ділянки  $dA$  світлової поверхні об'єкта, яку спостерігають, кд/м<sup>2</sup>;

$A$  – сприйнята оком сумарна площа світної поверхні об'єкта, який спостерігають, м<sup>2</sup>.

Контраст визначають як відношення різниці яскравостей зображення і фону до яскравості фону. Розрізняють прямий (спостережуваний об'єкт темніший фону) і зворотний (спостережуваний об'єкт світліший фону) контрасти:

$$\kappa_{np} = (L_{\text{вф}} - L_v) / L_{\text{вф}}; \kappa_{об} = (L_v - L_{\text{вф}}) / L_v, \quad (4.3)$$

де  $\kappa_{ip}$ ,  $\kappa_{ia}$  – прямий і зворотний контрасти відповідно;

$L_{\text{вф}}$ ,  $L_v$  – яскравості фону і спостережуваного об'єкта, кд/м<sup>2</sup>.

Яскравість спостережуваного об'єкта виражають в канделах на один квадратний метр (кд/м<sup>2</sup>) і відповідно до ГОСТ 7601-78 визначають за формулою:

$$L_v = \frac{d I_v}{dA \cos \theta}, \quad (4.4)$$

де  $I_v$  – сила світла, яку визначають як відношення світлового потоку, що поширюється від джерела в даному напрямку всередині малого тілесного кута, до цього тілесного кута;

$\theta$  – кут між аналізованим напрямком і нормаллю до ділянки  $dA$  світної поверхні об'єкта, який спостерігають.

Критична частота миготіння (КЧМ) – це частота появи світлового сигналу, яку око ще здатне розрізняти. Вона залежить від яскравості і визначається виразом:

$$f_{kp} = 9,61 \lg(10^{-6} L_v) + 65. \quad (4.5)$$

Виходячи з (4.5), при яскравості  $L_v=30; 110; 250; 350$  кд/м<sup>2</sup>.

КЧМ відповідно дорівнює 40; 45; 47; 49 Гц.

Час інерції очей визначають часом збереження впливу світла на його сітківку після закінчення цього впливу.

Після припинення дії світлового подразника око як би продовжує бачити джерело, і удавана яскравість  $L_{vk}$  зменшується за експоненціальним законом:

$$L_{vk}(t) = L_{vo} e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (4.6)$$

де  $L_{vo}$  – яскравість у момент припинення дії подразника, кд/м<sup>2</sup>;

$\tau$  – постійна часу інерції.

Зменшення яскравості до деякого критичного значення є для людини сигналом до дії. Середнє значення  $t_{n.3}$  перцептивної затримки функціонально залежить від числа  $d$  рівномірно альтернативних сигналів, що надійшли ззовні в оперативну пам'ять людини, і числа  $p$  нейронних еталонів спостережуваних об'єктів, які порівнюють і знову надійшли сигналами. Цей час може бути знайдений за висловом [144]:



$$t_{n.3} = \frac{[d - (1 - \alpha\rho)/n][1 - (1 - \alpha\rho)/n]}{(d + 1)\alpha^2\rho}, \quad (4.7)$$

де  $\alpha = 10$  Гц та  $\rho = 0,01$  с – частотні характеристики електроенцефалограми людини.

З умови  $L_{vkk} = L_{vk}(t)$ , враховуючи (4.6) і (4.7), можуть бути визначені допустимі значення  $d$  та  $L_{vo}$ .

Затримка сприйняття  $t_e$  світлових сигналів залежить від їх енергії, яка пропорційна освітленості об'єкта, який спостерігають:

$$t_e = t_{n.3} \left\{ 1 + \left[ \frac{1}{1 + K \lg(E_v / E_{vn} + 1)} \right]^2 \right\}, \quad (4.8)$$

де  $E_v$  – освітленість сприйманого об'єкта, лк;

$E_{vn}$  – порогове значення освітленості, що забезпечує правильне сприйняття зображення об'єкта, лк;

$K$  – коефіцієнт, значення якого експериментально встановлено, дорівнює 0,85.

Важливою характеристикою зорового аналізатора людини при його роботі в системі ЛТ є сліпуча яскравість і відносна видність.

Сліпучу яскравість визначають розміром освітлення поверхні об'єкта, який спостерігають і яскравістю сигналу, а також рівнем адаптації ока:

$$L_{vc} = L_{va} \left( 1 + \frac{840}{\sqrt[4]{\beta}} \sqrt[3]{L_{va}} \right), \quad (4.9)$$

де  $L_{vc}$ ,  $L_{va}$  – сліпуча яскравість і адаптує відповідно, кд/м<sup>2</sup>;

$\beta$  – тілесний кут, під яким спостерігачеві видно освітлену поверхню (в стерadianах).

Відносна видимість кольорового відчуття оцінюється як:

$$K_\lambda = R_\lambda / R, \quad (4.10)$$

де  $R$  – зорове відчуття, яке викликається джерелом випромінювання довжиною хвилі 550 нм;

$R_\lambda$  – зорове відчуття, яке викликається джерелом тієї ж потужності, але генеруючим випромінюванням, довжина хвилі якого дорівнює  $\lambda$ , нм.

Відносна видимість умовно може бути віднесена до енергетичних характеристик зорового аналізатора.

У загальному вигляді яскравість  $L_v$  може бути виражена через відносну видимість:

$$L_{\lambda} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K_{\lambda}(\lambda) d\lambda, \quad (4.11)$$

де  $\lambda_1 \dots \lambda_2$  – вибраний діапазон випромінювань, що характерний для робочих місць операторів конкретної системи ЛТ.

Кількість сприйманої зоровим аналізатором інформації  $F_{3.a}$  і його пропускна здатність  $C$  можуть бути визначені за формулами:

$$F_{3.a} = m \log_2 \frac{l_{\text{эф}}}{\Delta l_{\text{эф}}}, \quad (4.12)$$

$$C = \frac{F_{3.a}}{t_{\text{э}} - t_{\text{г}}}, \quad (4.13)$$

де  $F_{3.a}$  – кількість інформації в бітах;

$m$  – число однотипних приладів, за якими людина здійснює одночасне спостереження, од;

$l_{\text{эф}}$  – ефективна довжина шкали приладу, мм;

$\Delta l_{\text{эф}}$  – похибка, що допускається людиною при читанні показань приладу в межах ефективної довжини шкали, мм;

$t_{\text{э}}$  – час експозицій, с;

$t_{\text{г}}$  – час сприйняття зчитувальних показань приладу, с.

Важливим показником зорового сприйняття є його обсяг, який визначають числом об'єктів спостереження, які може охопити людина-оператор протягом однієї зорової фіксації. При пред'явленні людині не пов'язаних між собою об'єктів спостереження обсяг сприйняття складає 4-8 елементів.

Умовно все поле зору можна розділити на три зони: центрального зору (приблизно  $4^\circ$ ), де можливе найбільш чітке розрізнення деталей; ясного бачення ( $30 \dots 35^\circ$ ), де при нерухомому оці можна впізнати предмет без різних дрібних деталей; периферичного зору ( $75 \dots 90^\circ$ ), де предмети виявляються, але не орієнтуються. Зона периферичного зору грає істотну роль при орієнтації у зовнішній обстановці. Об'єкти, що знаходяться в цій зоні, легко і досить швидко можуть бути переміщені в зону ясного бачення

за допомогою настановних рухів (стрибка) очей.

Важливу роль у процесі зорового сприйняття відіграє рух очей. Вони діляться на пошукові, або настановні, і пізнавальні руху.

За допомогою пошукових рухів відслідковують заданий об'єкт спостереження очей установлюють вихідну позицію, і ця позиція коригується. Тривалість пошукових рухів за нормальних умов діяльності визначають кутом, на який переміщується погляд:

$$t_n = 0,25 + 0,004\theta_n, \quad (4.14)$$

де  $\theta_n$  – кут переміщення погляду, град;

$t_n$  – час переміщення погляду, с.

До пізнавальних належить рух, що бере участь в обстеженні об'єкта спостереження, його впізнання і розрізнення окремих елементів зображення. Основну інформацію про об'єкт спостереження око одержує під час фіксації, коли він нерухомий і погляд його пильно спрямований на об'єкт. Під час стрибка око майже не отримує жодної інформації. Якщо тривалість стрибка в середньому становить 0,025 с, то тривалість фіксації в залежності від умов сприйняття інформації дорівнює 0,25...0,65 с і більше. Загальний час фіксації очей становить 90 – 95% від часу зорового сприйняття.

Всі параметри зорового сприйняття людини взаємопов'язані між собою так, що зменшення чисельного значення одного з них потребує збільшення інших, щоб загальний «енергетичний» твір залишався незмінним. Проте змінювати значення параметра можна тільки в певних межах, так як кожен з них характеризується своїм граничним значенням, непоправним ніяким збільшенням інших параметрів. Наприклад, зниження яскравості сигналів до значення, меншого порога виявлення, не може бути компенсовано збільшенням розмірів зображення або необмеженим часом спостереження. Людина помічає сигнали лише при перевищенні їх параметрами порогів чутливості ока [9].

Абсолютним порогом світлової чутливості є мінімально виявляємою яскравістю знака. Цей поріг становить 9,9710 – 9,5710 кд/м<sup>2</sup>.

Діапазон яскравості, що сприймається оком з урахуванням його адаптації, лежить у межах 10<sup>-7</sup> - 10<sup>-5</sup> кд/м<sup>2</sup>.

Кожен, що розрізняє ділянку яскравостей, обмежується з одного боку зоною «суб'єктивно-чорного», а з іншого – зоною сліпучої яскравості (рівнів яскравості). На кордонах ділянок очі не розрізняють рівнів яскравості і не оцінюють зорові сигнали. Рівень суб'єктивно-чорного залежить від

яскравості і розмірів зображення. Так, для яскравості зображення більше  $3 \text{ кд/м}^2$  яскравість суб'єктивно-чорного становить 0,002 середньої яскравості. Для кутових розмірів менше  $1^\circ$  цей поріг зростає до 0,01.

Важливою властивістю ока є зміна його чутливості в залежності від впливу на нього світлових подразників. Дана властивість дозволяє охороняти зір людини при великих рівнях яскравості і розрізняти предмети при слабких рівнях. При переході людини в темряву, світлова чутливість  $S_c$  очей збільшується (темнова адаптація). При цьому, чим менша різниця яскравості (крива 1, рис. 4.1, а), тим швидше йде зростання світлової чутливості, яка встановлюється на відносно постійному рівні через 40–60 хв. При зоровій різниці яскравості (крива 2, рис. 4.1, а) світлова чутливість ока спочатку буде незначною і встановиться на постійному рівні тільки через 60–80 хв.

Перехід людини з темряви до зони дії великих рівнів яскравості викликає зменшення світлової чутливості (світлова адаптація), яка встановлюється на відносно постійному рівні через 5...10 хв (рис. 4.1, б). Чим вищий рівень яскравості, тим менша світлова чутливість. Якщо відношення яскравостей при переході становить 10–30, час адаптації не перевищує 1 с. При відношенні яскравостей 3 - 5 зорова система постійно адаптована на поточні значення яскравостей.

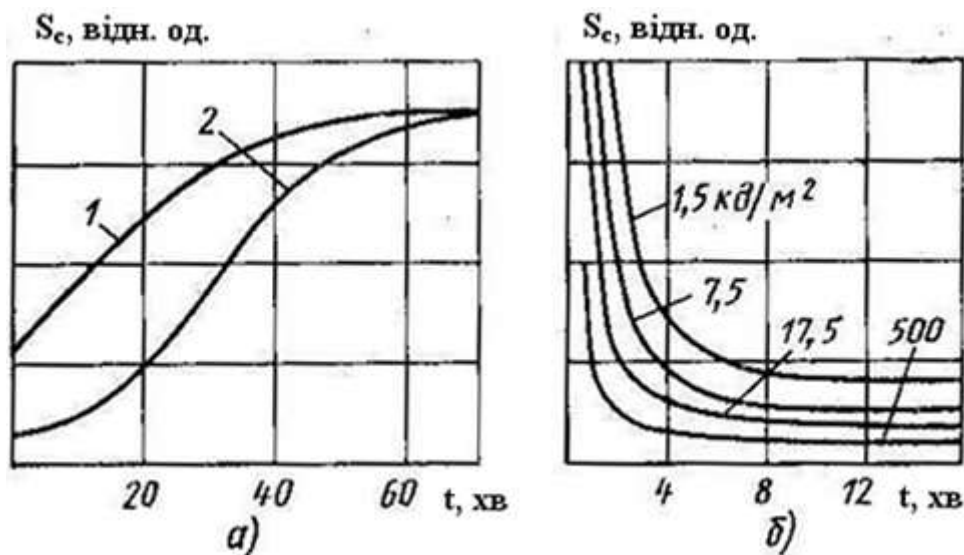


Рис. 4.1 – Зміна світлової чутливості ока людини:  
а) — при переході в темряву; б) — при переході на світло

Яскравість поля адаптації визначає вид освітлення: нічний ( $L_v = 0,01$  кд/м<sup>2</sup>), сутінкове ( $L_v = 0,01 - 10$  кд/м<sup>2</sup>), денний ( $L_v = 10$  кд/м<sup>2</sup>). Їм відповідає нічний, сутінковий, денний зір. При будь-якому вигляді зору зі збільшенням інерції ока зростає його роздільна сила, а зі збільшенням яскравості – зменшується час інерції і гострота зору. Інерція зору дорівнює 0,10 - 0,20 с для центрального зору і 0,1 - 0,32 с для периферичного.

Якість сприйняття водія залежить від його здатності правильно і швидко сприймати простір і час, що лежить в основі водійського розрахунку. При сприйнятті простору (форма, величина, обсяг предмета і відстань між предметами) для водія є найбільш важливим сприйняття відстані між предметами і віддаленості їх від нього. До просторового сприйняття відносяться: гострота зору, поле зору і глибинний зір.

Гострота зору – це здатність ока розрізняти деталі предметів. При нормальній гостроті зору людина здатна розрізняти дві точки, які розділені відстанню в одну кутову хвилину. Найкраща гострота зору - це центральний зір в конусі з кутом 3°, хороша гострота зору – в конусі 5–6°, задовільна – в конусі 12–14°. Предмети, що розташовані за межами кута 14°, видно без ясних деталей і кольору. Гострота зору до периферії знижується в чотири рази, і цей зір( на відміну від центрального) називається периферичним або бічним зором. Дорожні знаки мусять розміщуватися в центральному полі зору в межах зорового конуса з кутом не більше 10°. При нормальній гостроті зору водій чітко розрізняє форму дорожніх знаків, всі об'єкти на дорозі і їх деталі. Короткозорий водій добре бачить показання приладів на щитку автомобіля і погано бачить дорогу. Далекозорий - навпаки: чітко бачить дорогу і гірше показання приладів. Такі водії при управлінні автомобілем мають користуватися окулярами [2].

Поле зору – це видимий простір, який людина може охопити поглядом при нерухомому очному яблуці. Поле зору для білого кольору поширюється до зовнішньої сторони на 90°, до внутрішньої – на 65°, догори – на 65° і донизу – на 75°. Але це монокулярне поле зору, тобто поле зору для одного ока. Бінокулярне поле зору (зір двома очима) становить 120–130° і практично охоплює весь простір перед автомобілем. Поле зору при переміщенні погляду може бути збільшене до 150°, що забезпечує більшу безпеку руху.

Розміри поля зору залежать від кольору розглянутого предмета. Для блакитного кольору межа поля зору на 10–15° менша, ніж для білого, а для червоного менша, ніж блакитного. Для зеленого кольору поле зору майже

вдвічі менше поля зору для білого кольору.

При значному звуженні поля зору водії можуть допускати помилки в управлінні автомобілем. Наприклад, не помітити пішохода на узбіччі дороги, неправильно оцінити відстані до поруч нерухомого або випередженого автомобіля, втратити важливі деталі дорожньої обстановки на перехресті і та ін. Тому особи, в яких поле зору для білого кольору звужене більш ніж на  $20^\circ$ , до управління автомобілем не допускаються.

Глибинний зір – це властивість зору розрізняти відстань до різних об'єктів і між об'єктами. Найбільш правильне сприйняття простору досягають знанням розмірів предметів, що часто зустрічаються в дорозі. Систематичне тренування у визначенні відстаней розвиває окомір – важливу якість водія, який є елементом його професійної майстерності. Початківець водій через невміння правильно оцінити ширину дороги при її звуженні необгрунтовано подає звукові сигнали, знижує швидкість або навіть зупиняє автомобіль. Помилки в оцінці ширини проїжджої частини дороги можуть допускати і досвідчені водії при переході з маленького автомобіля на великий, і навпаки. Це пояснюється зміною відстані від очей водія до дорожнього покриття і розташованих на ній об'єктів. Для відновлення втраченого досвіду потрібно 2-3 тижні, що необхідно враховувати при перенавчанні водіїв.

Зі збільшенням швидкості руху водій спрямовує свій погляд на ділянку дороги все далі від автомобіля. Чим далі переносить погляд водій, тим ширше ділянка дороги, що сприймається ним, тим більше об'єктів у його полі зору. Так, на відстані 30 м водій сприймає ділянку дороги шириною 1,5 м, на відстані 500 м – 16 м. Для обгону йде попереду автомобіля: водій має бачити перед собою дорогу на відстані не менше 600–800 м, що забезпечує найбільшу безпеку руху. Важливу інформацію водій отримує при сприйнятті дорожніх знаків. Чіткість і швидкість їх сприйняття багато в чому залежать від розмірів знаків і відстані їх від водія, швидкості руху автомобіля і контрастності букв і символів. При поганій контрастності час сприйняття знаків може збільшуватися на 0,6–0,7 с. Тому передбачені чотири розміри дорожніх знаків і більш чітке зображення символів [2].

Для сприйняття предметів необхідно фіксувати їх зором на 0,1–0,3 с. Якщо в зоні периферичного зору з'являється рухомий об'єкт або яскраве світло, то водій мимоволі переміщає очі і голову так, щоб цей предмет виявився в полі його центрального зору. На це потрібен час, протягом якого водій випускає з поля зору об'єкти, що знаходяться на дорозі. Встановлено,

що при управлінні автомобілем протягом 78–80 % часу погляд водія спрямований прямо, а в 20–22% – направо, ліво, на дзеркало заднього виду і на прилади. За даними Е. В. Гаврилова, водій дивиться на дорогу протягом 90 % усього часу; 8,1 % – на дзеркало заднього виду, 0,4 % – на важелі управління і 0,5 % – на прилади [15].

Причиною багатьох ДТП при переїзді перехрестя є відволікання уваги водія від дороги. Чим вища швидкість руху автомобіля при під'їзді до перехрестя, тим менше часу залишається на операції, що пов'язані з перетином перехрестя і сприйняттям найбільш важливих об'єктів: світлофора, регулювальника, потоку автомобілів, пішоходів і т. д.

Час, що необхідний водієві для сприйняття транспортної ситуації при перетині перехрестя, складається з часу руху очей вліво (0,15–0,23 с), фіксації очей на лівому боці (0,10–0,30 с), перекладу очей вправо (0,15–0,30 с), фіксації очей на правому боці (0,10–0,30 с). Загальний час огляду становить 0,50–1,16 с. Залежно від швидкості за цей період автомобіль пройде відстань від 10 до 25 м. При перетині перехрестя в умовах обмеженої видимості і при поганій оглядовості час, що необхідний для сприйняття дорожньої обстановки та прийняття рішення, значно збільшується.

Особливо скрутне сприйняття і оцінка відстаней від водія до рухомих об'єктів (автомобілі, пішоходи). Сприйняття об'єктів при русі здійснюється за допомогою динамічного окоміру. В основі динамічного окоміру поряд зі сприйняттям відстані і часу лежить сприйняття швидкості і напрямку руху. Так, наприклад, для безпечного перетину нерегульованого перехрестя необхідне точне сприйняття швидкості автомобілів, що рухаються в поперечному напрямку їх відстані до перехрестя, відстані від свого автомобіля до перехрестя і прогнозування тривалості руху його до перехрестя при різних швидкостях. У результаті врахування всіх цих обставин водій або пропустить рухомий в поперечному напрямку автомобіль, або обере таку швидкість руху, яка дозволить йому безпечно проїхати перехрестя.

Гострота динамічного зору залежить від кутової швидкості руху об'єкта сприйняття, ступеня координації між шийними і очними м'язами, а також від ступеня розвитку периферичного зору. Від кутової швидкості переміщення об'єкта сприйняття залежить час, протягом якого водій на безпечній відстані може фіксувати цей об'єкт своїм зором. Ступінь координації шийних і очних м'язів визначає швидкість і точність фіксації, рухається у центральному полі зору, без них неможливе його точне сприйняття. Чим ширше поле зору, тим менше часу потрібно на переміщення очей для

фіксування рухомих об'єктів у центральному полі зору. Зовнішні очні м'язи є самими швидкодіючими у всьому організмі. Але якщо предмет пересувається із занадто високою кутовою швидкістю, то м'язи не встигають фіксувати об'єкт у центральному полі зору. У результаті він сприймається як «змити пляму». Добре розвинений динамічний окомір необхідний водієві при виборі дистанцій та інтервалів, при об'їзді та обгоні, при в'їзді в ворота, роз'їзді на нерегульованому перехресті і зміні смуги руху.

Велике значення для водія має правильна оцінка часу. Уміння точно оцінювати часові інтервали, особливо мікроінтервали, має іноді вирішальне значення в забезпеченні безпеки руху при виконанні різних маневрів автомобіля на великих швидкостях. Це пояснюється тим, що зі сприйняттям мікроінтервалів часу пов'язане визначення швидкості руху автомобіля. Оцінка швидкості руху автомобілів, пішоходів та інших рухомих об'єктів лежить в основі їх динамічного окоміру, який є одним з основних елементів, що визначають майстерність водія. Неточна оцінка тимчасового інтервалу призводить до зайвої поспішності, різким прийомам управління і, як наслідок, нерідко до аварійної ситуації. Так, наприклад, переважна більшість помилок водіїв при обгоні пов'язані з неправильною оцінкою мікроінтервалів часу і, отже, швидкості автомобіля.

Водії часто допускають помилки при зниженні швидкості після тривалої їзди з великою швидкістю. Наприклад, при зниженні швидкості свого автомобіля зі 100 км/год. до 60 км/год., остання недооцінюється. Водії з невеликим досвідом роботи нерідко допускають помилки в сприйнятті і оцінці коротких тимчасових проміжків. Найбільш небезпечна тенденція у переоцінці тимчасових інтервалів, коли при нестачі часу водієві здається, що часу цілком достатньо для виконання маневру. Помилка ж може виявитися занадто пізно для її виправлення. Так, нерідко помилки при обгоні пов'язані з переоцінкою мікроінтервалів часу і неправильною оцінкою швидкості автомобілів.

На точність сприйняття часу впливають індивідуальні особливості людини та її емоційний стан. При хорошому настрої, виконанні цікавої роботи час летить дуже швидко і тимчасові інтервали недооцінюються. І навпаки, при поганому настрої, негативних емоціях час як би сповільнюється і тимчасові інтервали переоцінюються. Ці стани позначаються і на точності оцінки мікроінтервалів часу водіями автомобілів.

При управлінні автомобілем предмети та явища іноді можуть сприйматися водієм в неправильному, викривленому вигляді. Таке неправильне



сприйняття називають ілюзією. Найбільш часто ілюзії виникають при визначенні розмірів предметів та напрямки руху.

У діяльності водія найбільш часто зустрічаються ілюзії внаслідок контрастності сприйняття, ілюзії перспективи, мінливого рельєфу і та ін. Так, наприклад, водій, здійснюючи обгін на великій швидкості, сприймає дорогу як більш вузьку, ніж це є насправді. У результаті він може мимоволі відхилитися в бік від осьової осі. Правильне сприйняття ширини дороги може бути спотворене перспективою повороту, на якому дорога здається значно вужчою, ніж насправді. Нерідко кругові повороти дороги сприймаються як еліпси, довжина кривих водієві здається зменшеною, а крутизна повороту збільшеною. Щодо пологих підйомів, то за довгими спусками сприймаються більш крутими. При певному куті освітлення сухе асфальтоване покриття здається мокрим. Коли головні фари автомобіля висвітлюють дорогу на відстані, створюється враження руху по спуску, і навпаки. Двоярусні габаритні ліхтарі на автобусах створюють враження, що на дорозі знаходиться не один, а два автомобілі і дорога йде вгору.

Відзначено, що рух автомобілів з темним забарвленням (чорним або темно-зеленим) здається більш повільним, а відстань до них більша, ніж насправді. Саме цим можна пояснити, що автомобілі темних кольорів значно частіше потрапляють в аварії. Автомобілі світлих кольорів, і особливо червоного, добре виділяючись на навколишньому фоні, сприймаються як знаходяться ближче і рухаються з більшою швидкістю, ніж насправді. Це змушує водіїв зустрічних автомобілів швидше вживати заходів обережності, що підвищує безпеку дорожнього руху. Таким чином, безпека руху залежить і від фарбування автомобілів.

Швейцарські дослідники вважають найбезпечнішим автомобіль, пофарбований у яскраво-червоний колір, співробітники англійської поліції – білий колір; в Америці найбільш безпечним визнаний оранжево-червоний колір. Данські експерти встановили, що 61,3 % зіткнень відбувається між автомобілями темних кольорів, 32,6 % – темних зі світлими і лише 6,1 % – світлих зі світлими. Рідше всіх потрапляють в аварії жовті автомобілі. Однак навряд чи підвищиться безпека дорожнього руху, якщо весь транспортний потік складатиметься з автомобілів білого або червоного кольору. Така монотонність буде стомлювати водіїв і перешкодить вчасно помітити, що йдуть з великою швидкістю спеціальні автомобілі.

Ілюзії слід відрізнити від галюцинацій, при яких людина бачить предмети, явища, чує звуки, насправді відсутні. Галюцинації є результатом

хворобливого стану людини. При ілюзіях об'єкт сприйняття завжди реально існує, але сприймається спотворено, помилково. У різних людей ілюзії виникають з різною частотою, проявляються в різній формі, різною мірою вираженості і стійкості. Частота виникнення і вираженості ілюзій залежить від яскравості виникнення уявлень. Так, деяким особам варто тільки подумати або засумніватися у правильності сприйняття, як виникає ілюзія – викривлене сприйняття. Сприяючими умовами для виникнення ілюзії у водіїв є: негативні емоції (невпевненість, страх, сумнів), ослаблення уваги, стомлення, сонливість за кермом, стан алкогольного сп'яніння, неправильна робоча поза і та ін. Основними заходами боротьби з ілюзіями є правильний режим праці та відпочинку, знання водіями характеру і причин виникнення у них ілюзій, вироблення міцних навичок управління автомобілем і підвищення впевненості в собі, вивчення якостей уваги, правильний її розподіл і усунення недоліків своєї уваги. Для попередження ілюзій рекомендують також заходи, що спрямовані на зниження впливу монотонних подразників, що викликають сонливість. Так, наприклад, у водіїв нерідко виникає сонливість при їзді на прямих ділянках дороги великої протяжності. Щоб це виключити, рекомендовано при будівництві через кожні 3 км передбачати криві ділянки дороги. Для зниження монотонності руху окремі ділянки дороги фарбують у різні кольори, озеленюють розділові смуги і т. д.

Для кількох мільйонів людей на Землі немає майже ніякої різниці між червоним (що забороняє) світлом, і зеленим (що дозволяє). Це дальтоніки - люди з порушеним кольоровим зором. Серед чоловіків дальтоніки становлять 4-6%, а серед жінок 0,5%. Найчастіше вони не можуть відрізнити червоний колір від зеленого. Такі особи непридатні для управління автомобілем. Однак серед водіїв дальтоніки зустрічаються. В основному це люди зі слабо вираженим дефектом кольоророзпізнання, тому при первинному медичному огляді їх не завжди виявляють. Вони розрізняють червоний колір від зеленого, але цей процес у них відбувається повільніше і можливі помилки, що іноді призводять до ДТП. Тому в деяких країнах звичайні світлофори доповнюють геометричними фігурами, що світяться де форма фігури відповідає червоному або зеленому кольору. Використання таких прийомів знижує ДТП за рахунок водіїв, у яких функція кольоророзпізнання знижена.

Для регулювання дорожнього руху вибрані зелений, червоний і жовтий кольори. Виявляється, такий вибір зроблений не випадково. Справа в

тому, що туман поглинає сині і зелені промені, тому зелений колір у тумані сприймають як жовтий, а жовтий як червоний. Якщо водій і візьме помилково жовтий колір за червоний, а зелений за жовтий, то такі помилки не створюють небезпеки руху транспорту. Крім того, промені червоного кольору мають найбільшу довжину хвилі і поширюються з найменшими втратами. Червоний колір видно дуже далеко. Саме тому червоний колір, що сигналізує про небезпеку або як заборонний сигнал, був обраний спочатку на залізничному транспорті, а потім і на автомобільному.

Якість зорового сприйняття залежить також від видимості і оглядовості. Видимістю називають можливість розрізняти особливості навколишнього оточення, обумовлену ступенем освітленості предметів і прозорістю повітряного середовища. Видимість залежить від часу доби і стану атмосфери. Вона знижується в темний час доби, а також в дощ, снігопад, туман і т. д. Розрізняють дальність і ступінь видимості. Дальність визначають відстанню від очей водія до об'єктів на дорозі, які він бачить. Ступінь видимості – це деталі дороги та об'єкти на ній, які бачить водій [2].

Оглядовість – це простір, який бачить водій попереду, позаду і по обидва боки дороги. Оглядовість залежить від конструктивних особливостей автомобіля (розмірів лобового скла, дзеркала заднього виду, висоти сидіння і можливості його регулювання по зросту). В обстановці щільного багаторядного руху погляд водія переміщується в межах  $40-50^\circ$  вліво і вправо і в межах  $20-30^\circ$  вгору, що необхідно для сприйняття сигналів світлофора. При перетині перехрестя, поворотах потрібна оглядовість  $80-90^\circ$  по обидва боки, а при обгоні або зміні смуги –  $180^\circ$ . Оглядовість погіршується при забрудненні стекол, підвішуванні сувенірів, фіранок на стеклах кабіни і салону автомобіля. Це може ускладнити орієнтування водія і бути причиною ДТП.

#### **4.2. Критерії оцінки зорової працездатності**

Критерії, відповідно до яких досліджується і оцінюється здатність людини до виконання зорової роботи, поділяються на два класи: апріорні і емпіричні.

До апріорних відносяться всі ті, згідно з якими зорова працездатність оцінюється побічно. З цих критеріїв головні:

1) оптико-фізіологічний (якісна і кількісна оцінка зорових функцій - гострота зору, бінокулярний зір і т.д.)

2) «інформаційний» (так звана пропускна здатність зору).

Перший здавна застосовують для прогнозування зорової працездатності (наприклад, при професійному відборі). Другий все ширше використовується для прогнозування працездатності оператора за даних умов освітленості, певної конструкції пульта управління, інформаційної навантаженості і т.д. Наявність і характер зв'язку між цими двома критеріями все ще не досліджені [145].

До емпіричного відносяться ті критерії, відповідно до яких зорова працездатність оцінюється безпосередньо за результатами виконання зорової роботи.

Роздільну здатність зору характеризує мінімальна величина (в кутових одиницях) проміжку між двома «деталлями»; розрізняють в оптимальних умовах оком спостерігача.

У стандартних умовах дослідження гостроти зору суб'єкту пред'являють чорні знаки (кільця Ландольта або букви) на білому фоні (контраст істотно перевищує 0,5; освітленість приблизно 700 лк; коефіцієнт відображення фону близько 80%). Кутовий розмір деталі, що підлягає розрізненню, змінюється від 30 до 10 при постійній відстані дослідження, що дорівнює 5 м [145].

Виявлення освітлення об'єкта на темному тлі має мало спільного з гостротою зору, тому що світна точка або лінія виявляється, як тільки їх світність перевищить поріг світлочутливості спостерігача. Для цього достатньо кількох квантів світла. Якщо фон також освітлений, виявлення освітлення об'єкта залежить вже не від абсолютної, а від різної або контрастної чутливості спостерігача. Така функція відіграє істотну роль при виділенні об'єкта з фону, але не може бути тотожна з гостротою зору: вона свідчить переважно про здібності до розрізнення співвідношення яскравостей об'єкта і фону.

Для визначення гостроти зору далеко не байдуже, взяті світлові об'єкти на темному тлі або темні - на світлому. У першому випадку гострота зору досягає максимуму при певній (і невеликій) яскравості об'єктів; розрізнення ж темних об'єктів на світлому тлі поліпшується пропорційно зростанню яскравості фону.

Найбільше значення для дослідження гостроти зору має центральна ділянку фону (приблизно 6° навколо об'єкта). У той же час із збільшенням розмірів навколишнього простору до 30-40° гострота зору зростає, якщо периферична частина поля висвітлена слабше, ніж центральна ділянка.

Якщо ж освітленість периферії перевищить освітленість центру, гострота зору знижується. При малій освітленості гострота зору вище, коли її досліджують з білими об'єктами на чорному фоні; при високій освітленості виходить зворотнє співвідношення. Причиною цього є іррадіація збудження, залишкова аберація і дифракція в тих ділянках сітківки, на які проектується яскраві елементи фігури. Так як потрібно розрізнити проміжок між елементами, ясно, що при високих яскравостях білий проміжок виявляється легше.

Поріг виявлення зламу чорної лінії на білому тлі складає всього 2-6', тобто він в 10-15 разів нижче порога, виявленого при дослідженні з кільцями Ландольта [145].

При дослідженні гостроти зору за допомогою решітки (рис. 4.2), що складається з вертикально розташованих чорних і білих смуг (кутові розміри інтервалів точно відповідають параметрам розриву в кільці Ландольта), гострота зору виявляється істотно нижчою, ніж при дослідженні з кільцями Ландольта.



Рис. 4.2 – Об'єкти, що застосовуються при стандартному дослідженні гостроти зору: а) – кільце Ландольта; б) – решітка

Навіть збільшення числа розривів у кільці Ландольта (з інструкцією випробуваному вказати положення короткого відрізка кільця або число розривів) призводить до зниження показника гостроти зору тим більш значного, чим більше число розривів.

Дослідження залежності розрізнення від «щільності розташування однорідних елементів» в полі зору показало, що при інтервалі 10–15' між сусідніми елементами їх розрізнення настільки утруднене, що «зорова робота практично неможлива». При інтервалі 30–40' число помилок невелике, але робота втомлює спостерігача, самоконтроль утруднений. Лише при інтервалах більше 40' розрізнення безпомилкове і робота не викликає втоми.

Постановка завдання по розрізненню числа стимулів при малому часі експозиції (0,1–0,3 с) показала, що випробувані не роблять помилок, коли це число менше 5. Вони помиляються рідко, коли експонуються 5–7 стимулів; правильні відповіді стають рідкісними, коли це число більше 7. У всіх випадках стимули розташовувалися в межах ділянки поля зору близько 6° у діаметрі, що забезпечувало проекцію всіх стимулів у межах жовтої плями сітківки.

Для пояснення того факту, що 5 – максимальне число надпорогових елементарних подразників, безпомилково відбивається в зоровій системі при пороговій величині експозиції, залучають зазвичай поняття «оперативна пам'ять». Мова може йти про порогову величину розрізняної структурної складності видимого поля при одномоментній фіксації. Даних про те, як впливає вихідна гострота зору випробовуваних на цю величину, не виявлено. Однак, можна припустити, що зв'язок існує, так як відома висока стабільність результатів дослідження у одних і тих же спостерігачів. При цьому характеристика тесту вичерпується зазначенням числа градієнтів яскравості на одиницю поля зору.

Дослідження залежності кількості одержуваної інформації від часу пред'явлення простих і складних об'єктів виявилось, що механізми сприйняття цих двох категорій об'єктів відрізняються один від одного. Ймовірність розрізнення (або його швидкість) не залежить від кількості зображень у наборі простих об'єктів, тобто від кількості заданої інформації. Але при впізнанні складних об'єктів час експозиції тим більший (швидкість упізнання тим менше), чим більше число таких об'єктів у наборі.

Способу, що дозволяє апріорно оцінити формальну складність об'єкта, не існує. Ця ознака допускає лише емпіричну оцінку.

Дані, що підтверджують і доповнюють сказане, отримані в експериментах з порівняльного пізнання різних знаків, що належать до однієї й тієї ж абетки. Б. Ф. Ломов досліджував розпізнання цифр і застосовував формулу Шепарда для емпіричної оцінки подібності різних знаків [145]:

$$S_{ik} = \frac{1}{2} \left( \frac{f_{ik}}{f_{ii}} + \frac{f_{ki}}{f_{kk}} \right), \quad (4.15)$$

де  $S_{ik}$  – коефіцієнт подібності знаків  $i$  та  $k$ ;

$f_{ik}$  – виявлена в експерименті частота змішання знака  $i$  зі знаком  $k$ ;

$f_{ki}$  – частота змішання знака  $k$  зі знаком  $i$ .

Виявилося, зокрема, що відсоток правильних відповідей найнижчий для цифри 1 і що найбільш точно орієнтуються цифри «середні за складністю накреслення», наприклад 7. Б. Ф. Ломов робить висновок, що в кожному алфавіті існують елементи, які мають деяким «оптимальним числом розпізнавальних ознак». Це число, очевидно, мінімальне (а значить, і швидкість правильного впізнання найбільш висока), коли поданий знак вимагає диференціації від найменшого числа інших знаків, тобто має найменшу схожість з іншими знаками алфавіту.

Викликають певний інтерес роботи, в яких встановлювалася залежність між показниками правильності й швидкості розрізнення, впізнання, зорового виявлення сигналу і тими параметрами зорового завдання, які можуть мати значення для характеристики структури видимого поля.

На думку деяких авторів, пошук і розпізнання сигналу – дві незалежні задачі в роботі оператора: для вирішення першої однаково зручної цифри і колірному сигналу, а для другої – цифровий алфавіт.

Вагомою роботою, що присвячена аналізу сприйняття за допомогою інформаційних заходів, з'явилася робота Дж. Міллера. Спираючись на ряд психологічних експериментів по слуховому і зоровому сприйняттю, а також на ретельно проаналізовані власні дані, Дж. Міллер показав, що оцінка сприйняття в двійкових одиницях не може мати основоположного значення для дослідження сприйняття, так як у міру навчання окремі виконавчі одиниці інформації організовуються під усі великі «відрізки інформації». Обсяг пам'яті дорівнює кінцевому числу таких відрізків, але число двійкових одиниць, що припадає на кожен відрізок, можна збільшувати, і межа цього процесу невідома. Іншими словами, «пропускна здатність» сприйняття змінюється в невизначеній залежності від кількості інформації на одиницю матеріалу, що становить тест [145].

До таких же висновків прийшли в даний час і інші фахівці з проблем інженерної психології. Питання про дослідження швидкості та правильності рішення зорових завдань того чи іншого тесту є надзвичайно важливим, оскільки саме ці показники дозволяють перейти від дослідження звичного для фізіологічної оптики поняття «робота зору» до оцінки відсутнього в цій галузі науки поняття «зорова робота» [145].

Один з небагатьох, хто займався прямим вивченням зв'язку між факторами, що впливає на гостроту зору і на зорову працездатність, на продуктивність зорової праці є Х. Уестон. Він першим ввів в офтальмофізіологію тест, призначений для дослідження здатності індивідуума і ви-

конання зорової роботи; він ввів і емпіричний критерій кількісної оцінки цієї здатності: відносне число правильно розпізнаних елементів тесту в одиницю часу [145].

Тест Уестона являє собою спеціальний вид коректурної таблиці. Елементами тесту є кільця Ландольта, які згруповані за 16; число кілець у таблиці дорівнює 256; в межах кожної групи (4 рядки по 4 кільця в кожній) розриви кілець направлені в хаотичному чергуванні по одному з 8 можливих напрямів (співпадаючих з «головними меридіанами» координатної системи, прийнятої в офтальмології). Додатковою гарантією непередбачуваності положення розриву кільця є правильна квадратна форма всієї таблиці; поворот її на 90° дає кожен раз інше чергування елементів (рис.4.3). Перед випробуванням ставлять завдання: якнайшвидше знайти (і відзначити) всі кільця з певним напрямом розриву, ігноруючи інші кільця.

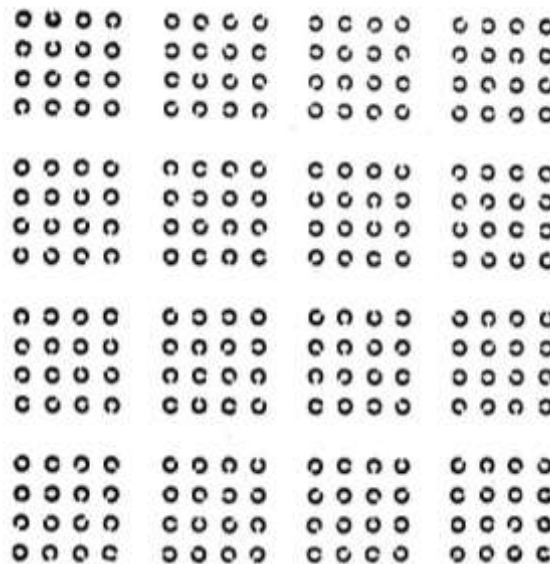


Рис. 4.3 – Одна з коректурних таблиць Уестона

Тест Уестона являє собою типовий зразок зорового завдання на виділення сигналу із шуму. Його пряме відношення до галузі класичної фізіологічної оптики визначається вибором елемента тесту – кільце Ландольта. Способом оцінки – облік відносного числа правильно виконаних операцій за одиницю часу – цілком дозволяє при бажанні застосувати математичний апарат теорії зв'язку для обробки результатів дослідження. Структура всього завдання чітко спланована і відповідає ясній меті дослідження: визначити залежність результату від гостроти зору, від яскравості і т.д.

Після того, як випробуваний виконав завдання, встановлюють:



а) відносне число правильних відповідей, для чого ділять число правильно підкреслених кілець на число кілець, які мають бути підкреслені;

б) відносну швидкість вирішення, для чого ділять число правильних відповідей на весь витрачений час.

Перемноживши обидва результати, отримують показник функції, яку Уестон називав «ефективною гостротою», або «ефективністю зору», або навіть виробничою ефективністю, застосовуючи всі ці терміни як синоніми.

Функція, досліджувана за допомогою тесту Уестона, є розрізнення (розрив кільця); рішення тесту вимагає від випробуваного розрізнити максимальне число об'єктів за одиницю часу. Показник Уестона означає, по суті, продуктивність розрізнення.

Уестон досліджував залежність показника продуктивності розрізнення від гостроти зору, від віку, від освітленості, контрасту, величини деталі, звертаючи при цьому увагу і на те, чи відчували випробовувані стомлення, виконуючи завдання.

За Уестон, відсутність втоми (за інших рівних умов) можна гарантувати тільки в тому випадку, якщо кутова величина розрізняти деталі тесту вдвічі більша, ніж поріг розрізнення, що характеризує індивідуальну гостроту зору. Показник продуктивності в усіх учасників зростає зі збільшенням освітленості, досягаючи максимуму при величинах приблизно 500 лм на квадратний фут (близько 5000 лк), але і при оптимальних умовах показник однієї вікової групи (47 років) склав лише 59 % від показника іншої вікової групи (24 роки). Х. Уестон показав, що після 25 років спостерігається неухильне зниження продуктивності розрізнення. Іноді виявляється зниження показника на 3–4 % за рік. Це підтверджується і в тих випадках, коли вікове ослаблення акомодатції компенсовано очками. Втрата продуктивності розрізнення може бути частково компенсована підвищенням освітленості, причому з'ясовано, що цей фактор дає значно більший ефект для людей старше 45 років, ніж для молодих. Якщо підвищення освітленості з 0,5 лм на квадратний фут до 500 лм на квадратний фут привело в групі молодих до збільшення показника всього на 18 %, то в групі старших за віком цей показник зріс в 4 рази.

Уестон вважає зниження показника продуктивності розрізнення з віком настільки очевидно негативним фактом, що висуває в якості можливих причин цього явища поступове зниження прозорості очних середовищ,

зменшення швидкості м'язових реакцій, зниження центральних регуляторних процесів. У тому ж плані міркують й інші вчені.

У реальній обстановці людина настільки ж часто має справу з тривимірними об'єктами, що розташовані в просторі, що описується системою трьох, а не двох координат. Як відомо, сприйняття таких об'єктів, робота з ними вимагає участі функції глибинного зору, у здійсненні якої провідну роль відіграє бінокулярний сенсорно-руховий апарат. Ясно, що функція глибинного зору і її апарат також мають бути досліджені, якщо мова йде про вивчення залежності між офтальмо-фізіологічною характеристикою зору і зоровою працездатністю.

Найважливішими ознаками нормального стану бінокулярного апарату є наступні:

1) повне бінокулярне поле зору величиною  $120^\circ$  по горизонталі і близько  $130^\circ$  по вертикалі, плюс ще по  $40^\circ$  на кожен скроневий (монокулярний) сектор;

2) нормальне поле погляду (симетричне відведення обох очей при спостереженні за об'єктом, що рухається по черзі по восьми головним меридіанах до крайніх положень);

3) конвергенція  $30\text{--}50^\circ$ , дивергенція  $3\text{--}5^\circ$ , вертикальна  $1\text{--}2^\circ$  і циклоторсійна  $10\text{--}16^\circ$  моторної фузії;

4) стійка конвергенція - найближча точка не далі 12 см від базисної лінії;

5) стереосприйняття, що виникають при деякій мінімальній диспаратності (приблизно  $10''$ ) і зберігаються у всьому діапазоні змін диспаратності – до  $15'$  (коли центральне зображення об'єкта вже двоїться, але зберігається відчуття «ближче - далі»).

Найбільш досконалим механізмом сприйняття глибини, рельєфу, тривимірності є диспаратність – бінокулярний паралакс, величина якого (при симетричному бінокулярній фіксації) строго залежить від відстані до спостережуваного об'єкта (і, природно, від базису, який у кожного даного спостерігача постійний). Перевага бінокулярного механізму диспаратності виявляється, по-перше, в низькому порозі сприйняття відносної віддаленості об'єктів, вертикальний розмір яких істотно більше поперечного і, по-друге, в особливій «тілесності», «об'ємності», «вибраного з навколишнього простору» спостережуваних об'єктів, якщо об'єкти нерухомі або рухаються повільно і якщо час спостерігача досить великий - не менше десятків секунд.

Виявляється, що навіть дослідження всіх ознак, що характеризують стан бінокулярного апарату, не дозволяє з хорошою надійністю передбачити зорову працездатність людини при роботі з реальними тривимірними об'єктами в реальній обстановці.

Відхилення від загальноприйнятої норми будь-якого функціонального показника не корелює зі зниженням здатності до виконання широкого класу зорових завдань, хоча і добре корелює із здатністю до виконання тієї реальної задачі, яка втілена в застосовуваному способі дослідження даного показника. Так, Л. М. Фрумїна пише, що 55% обстежених працівників, незважаючи на явні протипоказання щодо гостроти і поля зору, залишаються на старій роботі і виконують її задовільно. Дефекти м'язової рівноваги очей у льотчиків не позначаються на сприйнятті глибини при виконанні професійних завдань [145].

Будь-яке суб'єктивне переживання викликає фізико-хімічна подія в організмі. Дискомфорт при зоровій роботі завжди з'являється внаслідок якогось конкретного дефекту зорового апарату, але виявити цей дефект нерідко буває дуже важко, іноді - неможливо.

Критерій – симптоматика дискомфорту, випробовується у зв'язку із зоровою роботою, – чисто суб'єктивний. Тому перш ніж досліджувати можливість кількісної оцінки, слід дати змістовний опис істотній симптоматичності зорового дискомфорту.

Зоровий дискомфорт або «напруженість зору» - це «симптоми, які відчують у результаті свідомої напруги зорового апарату при неефективному прагненні домогтися більш ясного зору».

Роботи, присвячені ймовірності появи симптомів дискомфорту при зоровій роботі можна розділити на дві основні групи:

- 1) де критерій ясний і висновки є певними;
- 2) де такої визначеності немає і чітких висновків не отримано.

До першої групи належать ті роботи, де ймовірність втоми оцінювалася при відомій функціональній амплітуді досліджуваної (що працює) функції зору. Ймовірність стомлення зростає, якщо зорова робота виконується на відстані, що вимагає витрати більш третини обсягу акомодатії. Чим ближче робоча відстань до найближчої точки ясного бачення, тим швидше і вірніше з'являються ознаки втоми. Аналогічний результат отримано для залежності між робочою відстанню і положенням найближчої точки конвергенції. Підстановка призм до очей випробуваного викликала «ознаки втоми» тим вірніше, чим більше наближалася сила призм до меж

фузійної амплітуди.

До цієї ж групи належать роботи, в яких параметри завдання наближалися для певних зорових функцій. На виникнення «ознак втоми» суттєво впливали: кутовий розмір деталі, контраст об'єкта і фону, освітленість, яскравість. Ймовірність виникнення дискомфорту тим більша, чим ближче до порогових умов проводиться робота, і, отже, стійкість комфорту при зоровій роботі має бути тим більшою, чим краще офтальмо-фізіологічна характеристика зору [145].

До другої групи віднесені роботи, автори яких намагалися встановити залежність між зоровим стомленням, з одного боку, і функціональною характеристикою зору, з іншого, при звичайній, «невизначеній» зоровій роботі. В якості основної характеристики такої роботи береться зазвичай її тривалість.

У тих випадках, коли робота була звичною для випробуваних, і будь-якої вираженої патології зору у них не було, а умови праці були нормальними, симптомів дискомфорту зазвичай не відзначали навіть після багатогодинної роботи. Що стосується інших ознак втоми (зниження «стійкості ясного бачення», гострота зору, обсяг акомодатії, резерви фузії, світлова, електрична чутливість і лабільність і т.д.), то тут дані були суперечливими.

Підсумовуючи дані про зв'язок між функціональною характеристикою зорового апарату, зоровою роботою і суб'єктивними проявами втоми, можна відзначити наступне:

1) симптоми астенопії з'являються, коли навантаження наближається до «межі», що характеризується порогом або функціональною амплітудою, звідси можна зробити висновок про те, що ймовірність стомлення при зоровій роботі тим більша, чим вище поріг (або менша амплітуда) істотних функцій зору, тобто чим гірша функціональна характеристика зорової системи;

2) при «невизначеній» зоровій роботі індивідуальні зміни різних функціональних показників, що характеризують стан зорового апарату, суперечливі на кожному даному відрізку часу виконання роботи; ці показники виявляють тенденцію до зниження при настанні стану втоми;

3) характер симптоматики при зоровому дискомфорті, як і інтенсивність відчуттів дискомфорту, не залежать від причин, що викликають стомлення; і те, і інше варіює індивідуально.

*Питання для самоперевірки та контролю знань*

1. Як визначають критичну частоту мерехтінь?
2. З яких зон складається «поле зору»?
3. Що є абсолютним порогом світлової чутливості?
4. Що являє собою глибинний зір?
5. У чому відмінність ілюзій від галюцинацій?
6. Для чого служать кільця Ландольта і таблиця Уестона?

## 5. ВТОМА І БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### 5.1. Форми втоми і механізм її виникнення

Втома може бути безпосередньою причиною ДТП чи несприятливої умовою, на фоні якої водій може допустити помилки в управлінні автомобілем. Втома – це закономірний процес тимчасового зниження працездатності, який настає в результаті діяльності. Фізіологічна сутність втоми була розкрита в роботах І. М. Сеченова, Н. Е. Введенського, І. П. Павлова, А. А. Ухтомського та інших вчених. Установлено, що провідна роль у розвитку втоми належить нервовій системі, і перш за все головному мозку, який втомлюється значно раніше, ніж працюють м'язи [2].

Найменшу стомлюваність має нервеве волокно, швидше стомлюються м'язи і особливо швидко виснажуються нервові центри, в яких при цьому розвивається гальмування, назване І. П. Павловим охоронним гальмуванням. Центральна нервова система допомагає боротися з втомою. При сильному стомленні м'язів дратується так званий симпатичний нерв, що викликає тимчасове відновлення працездатності як м'язів, так і нервових центрів.

Збудження симпатичної нервової системи відбувається і при позитивних емоціях. Тому в момент емоційного піднесення підвищується працездатність і продуктивність праці. При негативних емоціях симпатична система не збуджується, в результаті чого швидше розвивається стомлення і знижується працездатність. Перевага негативних емоцій у діяльності водія сприяє його стомлення.

Продуктивність праці на початку розвитку стомлення деякий час може і знижуватися, якщо вольовим зусиллям людина змушує себе працювати з тими ж кількісними та якісними показниками. У стані втоми водій може уникнути помилок навіть при раптовій зміні дорожньої обстановки за рахунок підвищення інтенсивності уваги і готовності до дій. Але в цьому випадку від нього буде потрібно велике вольове зусилля і підвищена витрата енергії. Підвищені енерговитрати сприяють наростанню втоми, і в результаті настає момент, коли, незважаючи на зусилля, виникають помилки, пропуски необхідних дій, зниження продуктивності праці за кількісними та якісними показниками.

А. А. Ухтомський зазначав такі ознаки втоми: нездатність утримувати достатньої уваги до роботи (тобто зниження стійкості уваги); розлад

координації рухів; нездатність до засвоєння нових навичок; розлад старих автоматизованих навичок і зниження творчої активності.

Стомленню звичайно передують відчуття втоми. Фізіологічна сутність втоми полягає в сигналізації організму про необхідність припинити або знизити інтенсивність роботи для того, щоб уникнути розладу функцій нервових клітин. Разом з тим далеко не завжди відчуття втоми відповідає ступеню стомлення. Людина в стані втоми може і не відчувати втоми під впливом емоційного збудження, небезпеки, інтересу до виконуваної роботи, почуття обов'язку, відповідальності за доручену справу. Саме з цієї причини водій у тривалому рейсі відчуває почуття втоми в меншій мірі, ніж сидить поруч пасажир, хоча тривале керування автомобілем, природно, призводить до більшого стомлення водія, ніж недіючого пасажира.

Психічна діяльність водія стимулюється надходженням інформації. Для оптимального протікання психічних процесів необхідний оптимальний рівень інформаційного навантаження. Надлишок або нестача інформації сприяє розвитку втоми. Має також значення характер надходження. При управлінні автомобілем в умовах, коли на дорозі немає інших учасників руху, при одноманітному ландшафті водій швидше відчуває втому, ніж при керуванні автомобілем в умовах інтенсивного міського руху. У монотонній обстановці, при нестачі інформації або вимушеній бездіяльності почуття втоми може виникнути швидше, ніж при активній напруженій роботі, хоча об'єктивних ознак втоми при цьому ще може і не бути.

Втома, що розвивається під час роботи – нормальний стан організму, яке проходить після однократного відпочинку. Якщо ж почуття втоми після відпочинку (нічного сну) не проходить, то це свідчить про початок перевтоми, яка виникає як хронічний наслідок навантаження, коли стомлення від попереднього дня не проходить і накопичується. Якщо людина після напруженої роботи вдень, систематично недосипає вночі, то відчуття втоми у неї починає з'являтися вранці, ще до початку роботи. Перевтома виникає і при нормальному нічному відпочинку, який може виявитися недостатнім, якщо робота за обсягом інтенсивності та тривалості перевищує психофізіологічні можливості людини. Перевтома нерідко розвивається у водіїв, які працюють щодня по 12 і більше годин. Вона проявляється у швидкій стомлюваності, дратівливості, сонливості вдень і поганому сні вночі, з'являється загальна слабкість, болі в межах серця, головні болі, погіршується апетит. Все це призводить до зниження працездатності.

При появі ознак перевтоми слід негайно звернутися до лікаря, тому що продовження роботи у стані перевтоми призводить до виснаження нервової системи і може бути причиною нервового захворювання - неврозу, лікування якого вимагає більшого часу, ніж лікування перевтоми.

Працездатність людини в процесі його трудової діяльності не є постійною, вона має чітко виражену фазність протягом робочого дня.

Перша фаза характеризується наростаючою працездатністю. Цей період входу до праці або входження в роботу триває 1–1,5 години, після чого встановлюється необхідний для даної роботи рівень працездатності. Тривалість періоду входу до праці може коливатися в різних межах залежно від умов роботи, стану, індивідуальних особливостей людини. Швидкість, а в ряді випадків і точність дій людини в цій фазі знижені. Саме цим пояснюється значна кількість ДТП, що пов'язані з помилками водіїв спочатку робочого дня, ніж у наступні 2–3 години.

Друга фаза – це фаза стійкої працездатності – характеризується досить високою працездатністю. У цей період максимальний результат досягається при мінімальній витраті енергії. Тривалість другої фази 2–2,5 години.

Третя фаза характеризується зниженням працездатності внаслідок втоми, яка припиняється перервою на обід. Чим більше часу проходить від початку третьої фази до перерви на відпочинок, тим більш ймовірні помилки водія і, як наслідок, ДТП.

Рівень працездатності у другій половині робочого дня трохи нижчий, але співвідношення фаз повторюється. Тільки фази входу до праці і стійкості працездатності стають коротшими, а третя фаза, що характеризується зниженням працездатності, настає раніше.

Дослідженнями О. В. Осипової і Л. М. Журавської встановлено, що характерним для праці водіїв є трудність входження в процес роботи і затягнення періоду «входу до праці». Це особливо помітно у водіїв автобусів, які працюють у ранкову зміну, і у водіїв дизельних автомобілів великої вантажопідйомності. У період «входу до праці» водії можуть неправильно оцінювати рівень своєї працездатності і йти на ризиковані маневри.

Установлено, що функціональний стан водіїв і його працездатність поліпшуються на 2-й і 4-й день роботи після вихідного дня і починає погіршуватися з 5-го дня щоденної роботи. Найбільш висока працездатність відзначається на 3-й день роботи (у середу), найнижча - в суботу при роботі з одним вихідним днем на тиждень.



Залежно від характеру виконуваної роботи розрізняють стомлення: фізичне, розумове і емоційне. Стомлення, що виникає у водія автомобіля, слід вважати комбінованим, оскільки в його роботі елементи фізичної праці поєднуються з елементами інтенсивної розумової діяльності і великим емоційним напруженням. Причому емоційне напруження домінує і є основним чинником, що визначає розвиток його стомлення.

Велике нервово-емоційне напруження водія обумовлене постійною готовністю реагувати на різні раптово виникаючі зміни дорожньої обстановки. Він має бути готовим виконати швидкі і точні дії, що виключають можливість ДТП. У деякі періоди роботи водій змушений виконувати дії з управління автомобілем у дуже швидкому темпі, близькому до межі його психофізіологічних можливостей, що сприяє розвитку втоми.

Додатковими причинами емоційної напруги водіїв є: швидкість руху, що не відповідає швидкості потоку транспортних засобів; почуття відповідальності за збереження вантажу; безпека пасажирів і своя власна безпека; нерівномірність надходження інформації, яка коливається від повної відсутності значимих подразників до десятків у хвилину; часте прийняття дуже відповідальних рішень.

Стомленню сприяють: незручне сидіння, низька температура повітря, часті перепади температури в кабіні автомобіля, погана видимість, часті зміни освітленості і недостатня освітленість дороги в темний час доби, шум, вібрація, попадання в кабіну парів бензину або відпрацьованих газів.

Під впливом стомлення знижуються інтенсивність уваги, його стійкість, розподіл і переключення, швидкість і точність сприйняття дорожньої обстановки, знижується гострота зору і зменшується поле зору, частішає пульс і підвищується кров'яний тиск, збільшується час реакції, порушується координація рухів, знижується ступінь автоматизації вироблених навичок. У стані втоми втрачається відчуття швидкості, порушується глибина і динамічність зору, виникає апатія, млявість, притупляється готовність до дій при несподіваній зміні дорожньої обстановки.

До швидкого настання втоми спричиняють транспортні затори. Кожне перебування водія в транспортному заторі призводить до зростання його емоційної напруги і, відповідно, до зростання його часу реакції [26]. Перебування в другому або в наступних заторах призводить до подальшого зростання психоемоційного напруження і збільшення часу реакції. Раніше проведені дослідження показали, що під час перебування у другому транс-

портному заторі у водіїв збільшився час реакції в порівнянні з першим у середньому від 0,1 с до 0,5 с [26].

Зміна часу реакції водія призводить до зміни динамічного габариту водія [146].

Відрізок дороги  $L$ , який автомобіль займає під час руху, називають його динамічним габаритом і включає в себе його довжину  $l_a$ , шлях реакції водія  $vt$  ( $t$  – час реакції), шлях гальмування  $S_T$  і зазор безпеки  $l_0$  до попереднього автомобіля, що рухається:

$$L = vt + S_T + l_a + l_0. \quad (5.1)$$

Як видно із залежності (5.1), динамічний габарит автомобіля залежить від швидкості, часу реакції і гальмівного шляху. Зі збільшенням швидкості автомобіля збільшується його динамічний габарит.

Однак якщо припустити, що швидкість автомобіля не змінюється і, відповідно, гальмівний шлях не змінюється, то на зміну динамічного габариту впливає тільки час реакції водія. При цьому необхідно зазначити, що час реакції складається з моторного та латентного періодів. Латентний період - це час від початку появи подразника до моменту реагування на нього. Моторний період - це час виконання відповідної дії. З точки зору роботи водія важливе значення має латентний період складної реакції. Його тривалість залежить від складності дорожньої обстановки, від досвіду водія, його стану та індивідуально-психологічних особливостей. Складна реакція вимагає значно більше часу, ніж проста. Час реакції залежить від напруги уваги водія. Раптова поява небезпеки значно збільшує час реакції. Якщо водій має часу для підготовки до виконаного маневру, то час реакції беруть за 0,75 с, а при несподіваній появі перешкоди – 1,5 с [26].

Елементарні розрахунки за оцінкою динамічного габариту автомобіля за залежністю (5.1) при зміні часу реакції водія від 0,1 с до 0,5 с полягають в наступному.

Припустимо, що автомобіль рухається з постійною швидкістю 60 км/год., що еквівалентне 16,7 м/с. Тоді значення  $S_T$  теж залишається постійним. Припустимо, що сума  $S_T$ ,  $l_a$  і  $l_0$  дорівнює 20 м. Нехай до транспортного затору латентний період часу реакції ( $t_{np}$ ) водія дорівнює 1 с. тоді:

$$L = 16,7 \cdot 1 + 20 = 36,7 \text{ м.}$$

Збільшення  $t_{np}$  на 0,1 с призводить до наступної зміни динамічного габариту:

$$L_1 = 16,7 \cdot 1,1 + 20 = 38,37 \text{ м.}$$

Відповідно, для  $t_{лр}$  дорівнює 1,2; 1,3; 1,4 і 1,5 с динамічний габарит автомобіля зміниться наступним чином:

$$L_2 = 16,7 \cdot 1,2 + 20 = 40,04 \text{ м;}$$

$$L_3 = 16,7 \cdot 1,3 + 20 = 41,71 \text{ м;}$$

$$L_4 = 16,7 \cdot 1,4 + 20 = 43,38 \text{ м;}$$

$$L_5 = 16,7 \cdot 1,5 + 20 = 45,05 \text{ м.}$$

З вищенаведених розрахунків видно, що збільшення  $t_{лр}$  на: 0,1 с призводить до збільшення динамічного габариту автомобіля на 1,67 м; 0,2 с – на 3,34 м; 0,3 с – на 5,01 м, 0,4 с – на 6,68 м; 0,5 с – на 8,35 м. Якщо прийняти зазор безпеки  $l_0 = 5$  м, то збільшення  $t_{лр}$  на 0,3 с і більше призводить до зіткнення з переднім автомобілем, оскільки зміна динамічного габариту автомобіля в цьому випадку перевищує 5 м. Це означає, що водій, вийшовши з транспортного затору і зберігаючи колишній динамічний габарит може допустити скоєння дорожньо-транспортної пригоди [146].

Крім того, численними дослідженнями наслідків ДТП встановлено, що в 70% випадків після наїзду на пішохода, автомобіль проїжджав не більше 1 метра [2].

Звідси випливає, що стомлення і зміна функціонального стану водія та їх вплив на час його реакції впливають на безпеку дорожнього руху.

Характерним симптомом втоми і перевтоми є розлади сну: сонливість вдень і безсоння вночі. Сонливість і засинання водія за кермом – найбільш небезпечні прояви втоми, які нерідко призводять до ДТП. Так, наприклад, у США 3,8 % всіх водіїв стали учасниками ДТП зі смертельним результатом, у момент події спали або були в стані вираженості стомлення. Від 1,7 % до 2,4 % ДТП відбуваються від того, що водії засинали на прямолінійних ділянках дороги [2].

Іноді під впливом монотонного руху у водіїв виникає стан, що характеризується апатією, млявістю, появою абстрактних думок і уявлень, що не мають ніякого відношення до керування автомобілем. Воно називається «загальмованим станом», «ступором» або дорожнім гіпнозом. Загальмований стан при керуванні автомобілем може наступити внаслідок нервового виснаження, стомлення від тривалої їзди, а також через стомлення перед поїздкою. Причини 15% ДТП, що відбуваються на прямих ділянках автомобільних доріг, залишаються нез'ясованими. Припускають, що вони пов'язані з загальмованим станом водіїв.

Правилами дорожнього руху водієві заборонено керувати транспортним засобом за такого ступеня втоми, що може вплинути на безпеку руху. Однак водієві важко визначити ступінь втоми, за якого не слід керувати автомобілем, тому що ступінь прояву втоми і втома можуть не збігатися. Іноді водій не відчуває втоми і стомлення може проявитися раптово в різкому зниженні працездатності або в сонливості за кермом.

Звичайно, втома як суб'єктивне переживання може допомогти водієві оцінити свою працездатність, але постійним критерієм в оцінці працездатності тільки ступінь втоми бути не має. Крім почуття втоми ознакою наступаючої втоми може служити поява, здавалося б, незначних помилкових дій, бажання випрямитися, змінити позу, помітне зниження інтенсивності і стійкості уваги, мимовільне відволікання від думок, що не пов'язані з керуванням автомобілем, і все більше вольове зусилля, що необхідне для подолання цих негативних явищ. Разом з тим перші ознаки втоми, що з'явилися після декількох годин роботи за кермом, безпечні для водія і легко усуваються короткочасним відпочинком.

Найкращим способом боротьби з втомою і перевтомленням є раціональний режим праці і відпочинку з дотриманням гігієнічних норм. Раціональний режим праці та відпочинку – це така організація трудової діяльності працюючих, яка забезпечує протягом повної робочої зміни, доби, тижня, місяця, року збереження їх здоров'я та працездатності.

Графік роботи водія протягом однієї зміни необхідно скласти з урахуванням навантаження і особливостей виконуваної роботи: маршруту, часу перебування за кермом, можливості короткочасних перерв для відпочинку протягом робочого дня, умов для харчування, повноцінного нічного відпочинку і т. д.

При організації режиму праці та відпочинку водіїв слід виходити з норми робочого часу 7 годин і повноцінного нічного відпочинку (сну) не менше 7 годин. Установлено, якщо водій не отримає достатнього відпочинку перед роботою, то навіть скорочення робочого часу не позбавить його від швидкого розвитку втоми. При збільшенні робочого часу для відновлення працездатності необхідний більш тривалий відпочинок. Так, наприклад, якщо робочий день триває 12 годин, з яких 10 – водій перебуває за кермом, нічний сон має бути не менше 10 годин, а наступний робочий день не більше 7 годин. Тому тривалість робочої зміни понад 10-12 годин мають вводити у виняткових випадках (наприклад, при міжміських перевезеннях, на екскурсійних маршрутах або при віддаленості транспортних пі-

дприємств, коли водії багато часу витрачають на проїзд до місця роботи і назад). Відряджати у дальній рейс на автобусі двох водіїв доцільно лише при наявності на автомобілі спального місця для відпочинку водіїв у лежачому стані.

Важливо раціональне чергування праці і відпочинку водія і протягом робочого дня. При русі, що триває більше 3–5 годин, водієві слід надавати щогодини 5-хвилинну перерву, а після 4 годин роботи – більш тривалу перерву з легким «підкріпленням» (солодкий чай, кава). Положенням передбачено, що на міжміських перевезеннях після трьох годин безперервної поїздки слід зробити зупинку для відпочинку тривалістю 10 хвилин; надалі зупинку такою тривалістю передбачають через кожні 2 години.

Одним із заходів підвищення працездатності водіїв є усунення таких факторів, що сприяють швидкому розвитку втоми: неправильної посадки за кермом, високої або низької температури повітря в кабіні, попадання в кабіну відпрацьованих газів, джерел додаткового шуму і вібрації, брудних стекол, що погіршують видимість.

Велике значення для збереження працездатності водіїв має раціональне проектування доріг з урахуванням людського фактора. Одноманітні, прямі ділянки дороги сприяють виникненню загальмованого стану. Водієві не слід тривалий час нерухомо дивитися перед собою, фіксуючи погляд на одній точці. Так, наприклад, відблиски хромованого заднього бампера автомобіля, що йде попереду нерідко на тривалий час привертають погляд водія, що викликає, так званий, дорожній гіпноз.

Правильна організація режиму праці, створення умов для своєчасного та повноцінного відпочинку та харчування водіїв у дорозі, вдосконалення доріг та організація дорожнього руху – ось заходи, без комплексного вирішення яких неможливо попередження ДТП, пов'язаних зі зниженням працездатності водіїв у результаті їх втоми і перевтоми.

## **5.2. Вимоги до робочого місця водія**

Робоче місце водія характеризується розмірами кабіни, оглядовістю, зручністю доступу до органів управління, положенням сидіння і розташуванням по відношенню до нього органів управління, інформативністю контрольних вимірювальних приладів, особливостями середовища в кабіні (мікроклімат, освітленість, шум, вібрація).

Рациональна організація робочого місця – це обладнання, устаткування та планування робочого місця у відповідності з антропометричними вимогами і психофізіологічними можливостями людини. Дотримання такої відповідності забезпечує швидкість і точність керуючих дій, підвищує працездатність водія.

У конструкціях сучасних автомобілів створено багато того, що покращує умови роботи і полегшує працю водіїв. Керування автомобілем здійснюється малими м'язовими зусиллями. Операції, що вимагають підвищених зусиль, наприклад, гальмування, повороти рульового колеса та вимкнення зчеплення, на більшості автомобілів полегшуються спеціальними підсилювачами (гідравлічними або пневматичними).

Можливостей поліпшення умов праці на робочому місці водія ще багато. При розробці нових і вдосконаленні старих конструкцій автомобілів завжди необхідно враховувати інженерно-психологічні вимоги. Ігнорування їх може призвести до створення конструкцій, які будуть ускладнювати, а не полегшувати діяльність водія.

Позитивний вплив на роботу водія надає правильна посадка на сидіння автомобіля, яка визначається як «спокійне положення в стані готовності». Основною вимогою до конструкції сидіння є забезпечення положення тіла водія, що виключає зайве м'язове напруження і сприяє найкращій оглядовості. Цього досягають оптимальною для кожного водія висотою сидіння і положенням спинки, близьким до вертикального, з невеликим відхиленням назад.

При правильній посадці водій сидить прямо, його спина повністю прилягає до спинки сидіння, ноги легко дістають до педалей, а руки, що лежать на кермі, злегка зігнуті в ліктях. При такій посадці водій не стомлюється навіть при тривалій поїздки і витрачає мінімальні зусилля при роботі рульовим колесом, педалями і важелями управління. Якщо спинка сидіння не забезпечує достатньої опори тіла у зоні попереку, то основні м'язи спини і шиї будуть надмірно напружені [2].

При значній відстані спинки сидіння від рульового колеса основне навантаження в роботі рук падає на відносно слабкі м'язи кисті та передпліччя, а найбільш потужні м'язи плеча і плечового пояса використовуються недостатньо. При дуже високому сидінні знижується оглядовість. Водії горбяться, нахиляють голову, що викликає втому м'язів шиї, плечового пояса і стомлює зір. Водій відчуває незручності і при сильно висунутому вперед сидінні. Йому доводиться згинати ноги, що ускладнює управління педалями.

ми. При низькому сидінні водій має піднімати голову, напружувати м'язи шиї та спини, щоб стежити за дорогою. При тривалій поїздки це теж призводить до стомлення.

М'язове зусилля при натисненні на педалі залежить від кута нахилу спинки сидіння, висоти та глибини сидіння. Чим більший нахил спинки, тим більші зусилля потрібні при натисканні на педалі.

Результати досліджень показують, що правильним підбиранням кута нахилу спинки сидіння зусилля, прикладені до педалей, можуть бути знижені на 15–20 %. Відстань від краю сидіння до згину в коліна має бути не менше 15 % довжини стегна. При зменшенні цієї відстані можливі порушення функцій нижніх кінцівок унаслідок здавлювання судин і нервів у зоні стегна. Чим вище сидіння, тим менше кут нахилу повинна мати спинка сидіння. Не можна в гонитві за комфортом збільшувати і глибину сидіння, оскільки це ускладнює рух ніг водія.

Нахил спинки сидіння для водіїв вантажних автомобілів має бути в межах  $97 \pm 2^\circ$ , для автобусів –  $95\text{--}107^\circ$ , а для легкових автомобілів –  $98\text{--}105^\circ$ .

Сидіння обладнується пружними подушкою і спинкою. Таз водія повинен мати деяку свободу для зміни положення тіла. Неправильне співвідношення між розмірами деталей сидіння і невідповідність цих розмірів антропометричним даним водія викликає з його боку прагнення прийняти зручне для роботи положення, що відволікає від керування автомобілем і сприяє більш швидкому стомленню.

Певне значення має навіть оббивка сидіння. Якщо вона дуже гладка, то водій ковзає на ній, що вимагає додаткового зусилля, щоб утриматися в зручному положенні. Оббивка з дуже великим коефіцієнтом зчеплення вимагає великих зусиль при переміщенні на сидінні, що втомлює м'язи спини.

Важливе значення для діяльності водія має відстань між сидінням і органами управління. Залежно від цієї відстані змінюються зусилля, які водій має докладати до рульового колеса, важелів і педалей. Враховуючи, що розміри частин тіла у людей коливаються в широких межах, необхідно забезпечити водієві можливість регулювати відстань від сидіння до органів управління. Для цього подушку і спинку сидіння роблять регульованими як по висоті, так і в поздовжньому напрямку. В автомобілів, що випускаються за кордоном, сидіння мають найрізноманітніші пристрої, за допомогою яких можна регулювати сидіння при русі автомобіля.

Таким чином, основними показниками, за якими визначається ступінь відповідності сидіння вимогам інженерної психології, є: просторове положення сидіння щодо органів управління; довжина, ширина і глибина подушки, висота спинки; кут нахилу спинки, висота і нахил подушки по відношенню до підлоги кабіни. Зручності, забезпечувані цими параметрами, виражаються ще й у наступному: від ширини подушки залежить свобода зміни положень частин тіла, від глибини сидіння – свобода рухів у колінних суглобах, від висоти – положення очей відносно вікон і дзеркал, а отже, і оглядовість; від кута нахилу спинки – зручна посадка, що виключає сповзання з сидіння; від висоти спинки – достатня опора тулуба; від опори для голови – врятування шийних хребців від травм [2].

Однією з характеристик робочого місця водія є оглядовість, тобто можливість бачити дорожню обстановку попереду, праворуч, ліворуч і позаду. Оглядовість залежить від розмірів і конфігурації лобового та бокових стекол кабіни і дзеркал заднього виду. На оглядовість з кабіни водія впливає і чистота шибок. Для збільшення огляду при управлінні автомобілем використовують панорамні дзеркала заднього виду, які збільшують оглядовості до  $350^\circ$ .

Фахівці вважають, що яскравий інтер'єр кабіни автомобіля відволікає увагу водія від дороги і приладів. Прилади, навпаки, мають виділятися на загальному темному тлі передньої панелі автомобіля.

Дотримання при конструюванні робочого місця водія вимог інженерної психології полегшує працю водія, підвищує його працездатність і надійність.

Велике значення для самопочуття водія та його працездатності має мікроклімат кабіни. Мікроклімат кабіни – це сукупність температури повітря, його вологості та швидкості пересування. Температура повітря в кабіні залежить від температури повітря ззовні, ступеня нагріву двигуна, теплоізоляції, системи опалення та вентиляції. Температура в кабіні має бути в межах  $15\text{--}25^\circ\text{C}$ . Найбільш сприятлива температура  $18\text{--}20^\circ\text{C}$ . Однак у літню пору року температура повітря в кабінах автомобілів перевищує температуру зовнішнього повітря на  $4\text{--}12^\circ$ . Температура в кабінах вантажних автомобілів досягає  $50\text{--}60^\circ$ .

Підвищення або зниження температури погіршує самопочуття водія та знижує його працездатність. При високій температурі порушуються функції мислення, уваги, пам'яті, збільшується час і зменшується точність сенсомоторних реакцій. У результаті водій несвоєчасно помічає зміну доро-



жньої обстановки, запізнюється з виконанням необхідних керуючих дій, допускає помилки, швидше втомлюється. Зниження швидкості й точності рухових реакцій при зниженій температурі виникає внаслідок погіршення роботи м'язів. Це виражається у скутості та неточності рухів. Робота в теплом одязі обмежує рухи, широке в'ялена взуття утрудняє дії педалями, тому що погано відчувається їх опір при натисканні. Таким чином, при низьких і високих температурах в кабінах автомобілів знижується працездатність водіїв, порушується точність і своєчасність їх керуючих дій, частіше виникають помилки, що призводить до збільшення ДТП.

Дослідження показали, що головною причиною підвищення температури в автомобілях є нагрівання обшивки. У цих випадках основною мірою поліпшення мікроклімату є теплова ізоляція бічних стінок і даху, а також їх фарбування в світлі кольори, що сприяють відображенню сонячних променів. Ефективним заходом зниження високої температури повітря є вентиляція, яка може бути досягнута збільшенням площі кватирок. Рекомендують застосовувати теплову ізоляцію двигуна, відсмоктування повітря з кабіни через отвори в задній частині кузова і кондиціонування повітря (регулювання температури, вологості та швидкості руху повітря).

Система вентиляції має забезпечувати необхідний гігієнічний мікроклімат кабіни й очищення повітря кабіни від шкідливих домішок (окису вуглецю, парів бензину, пилу). Однак головним заходом, який попереджає потрапляння шкідливих домішок у повітря кабіни, є її герметичність.

Кабіни автомобілів, призначені для роботи в умовах низьких температур, повинні мати термоізоляційні стінки, подвійне скління з електрообігрівом. Отвори для трубок, важелів, педалей і двері забезпечуються ущільненням з морозостійких матеріалів. Опалення кабін здійснюється автономним нагрівачем підвищеної потужності. В середині кабіна не повинна мати металевих поверхонь, зворотний бік яких стикався б із холодним повітрям.

При оцінці температури повітря в кабіні необхідно також враховувати вологість повітря, яка має великий вплив на теплорегуляцію організму і стан водія. Вологість повітря визначається вмістом в ньому водяної пари. Розрізняють абсолютну вологість – вміст пари в повітрі при певній температурі; максимальну вологість – гранично можливий склад водяної пари в повітрі при певній температурі і відносну вологість – відношення абсолютної вологості до максимальної у відсотках.

Велика відносна вологість повітря при високій температурі може бути причиною перегріву організму людини. Особливо несприятливий вплив

робить відносна вологість більше 70–75 % при температурі повітря близькою до +30° С. У повітрі, насиченому водяними парами, тепловіддача шляхом випаровування неможлива або обмежена, оскільки піт не випаровується, а стікає по шкірі й охолоджуючого ефекту не дає. Висока вологість повітря шкідливо діє, на людину і при низькій температурі повітря внаслідок підвищеної тепловіддачі з поверхні тіла. Нормальна відносна вологість повітря для більшості людей у межах від 30 до 70 %.

Важливе значення для теплорегуляції організму має і рух повітря. Людина починає відчувати повітряні потоки при швидкості руху повітря 0,25 м/с. Різкий рух холодного повітря значно збільшує тепловіддачу з поверхні тіла, що може викликати переохолодження організму.

При визначенні оптимального мікроклімату для роботи водія необхідно враховувати співвідношення температури, вологості та руху повітря в кабіні автомобіля. Оптимальні мікрокліматичні параметри у кабіні та салоні для пасажирів мають забезпечуватися незалежно від кількості людей, погодних умов, географічних широт і пори року. Температурні умови в кабінах автомобілів регламентуються держстандартами. Так, наприклад, держстандарт на робоче місце водія автобуса вимагає, щоб система опалення кабін забезпечувала температуру не нижче +15° С. Система вентиляції має забезпечувати перепад температур кабіна - зовнішнє повітря 3–5° С [2].

Однією з гігієнічних вимог є підтримання необхідної чистоти повітря. Повітря кабіні автомобіля може містити пари бензину й шкідливі домішки відпрацьованих газів, які утворюються при неповному згорянні палива в циліндрах двигуна. Відпрацьовані гази містять велику кількість шкідливих для людини компонентів, серед яких найбільш небезпечним є окис вуглецю, або чадний газ.

Можливість отруєння повітря відпрацьованими газами двигунів автомобіля попереджається установкою гумових прокладок, що закривають отвори у підлозі кабіні, підвищенням ефективності системи опалення та вентиляції кабіні. Вентиляцію необхідно використовувати навіть при низькій температурі повітря.

При несправності системи живлення двигуна в повітря кабіні потрапляють пари бензину, які викликають гостре або хронічне отруєння водія. Гостре отруєння може настати при вдиханні повітря, що містить пари бензину в концентрації 5–10 мг/л. Хронічне отруєння, що настає при тривалій дії на організм малих концентрацій, виникає частіше. Воно проявляється в підвищеній дратівливості, запамороченні й ослабленні серцевої діяль-

ності. Гранично допустимий вміст у повітрі парів бензину – 0,3 мг/л. Щоб виключити можливість отруєння водія бензином, слід систематично перевіряти справність системи живлення двигуна.

### **5.3. Вплив зовнішнього середовища на стан водія**

Зовнішнє середовище впливає на точнісні й тимчасові показники діяльності водія. Зазначені показники залежать, зокрема, від температури, тиску і вологості навколишнього повітря, освітленості робочого місця, шуму, вібрацій, варіацій енергетичних характеристик сигналів. Що сприймаються і цілої низки інших факторів, що відбивають специфіку конкретної системи ЧТ. Кожен з цих факторів впливає на один або кілька аналізаторів людини, наприклад, слуховий, зоровий, вестибулярний, і через них на організм у цілому. Під впливом параметрів газоповітряної середовища змінюється мова людини.

До основних чинників, що створює дискомфортні умови і негативно впливає на працездатність людини, можна зарахувати підвищену або знижену температуру повітря, енергію випромінювання іноді в поєднанні з високою вологістю та інтенсивним рухом повітря. Патогенетичним механізмом, що визначає всю картину зміни станів людини при зазначених дискомфортних умовах, є зміна теплообміну й охолодження або перегрівання організму, які виникають у зв'язку з цим [147].

Для більшості людей комфортними вважаються умови при температурі навколишнього середовища приблизно 20–22° С, вологості в межах 30–60 % і швидкості руху повітря не більше 0,2 м/с. Температура повітря в поверхні, на якій знаходяться ступні ніг, і на рівні голови не мусить відрізнятися більш ніж на 5° С, а максимальна температура на робочому місці не має перевищувати 29° С.

По відношенню до навколишнього середовища автомобіль є одним з найбільш потужних джерел його забруднення отруйними речовинами відпрацьованих газів.

Світовий парк автомобілів постійно збільшується. Автомобільний транспорт світу щорічно витрачає понад 600 млн т нафтового палива. Легковий автомобіль за 1–1,5 тис. км пробігу споживає річну норму кисню однієї людини. Двигун автомобіля використовує в 45 разів більше кисню, ніж це необхідно одній людині.

У США 60 % усіх забруднень повітря виходять від автомобілів; у Нью-Йорку, Лос-Анджелесі, Токіо й багатьох інших містах світу цей показник досягає 90 %.

Рівень забруднення атмосферного повітря залежить від якісного та кількісного складу відпрацьованих газів, типу двигуна, технологічного стану, потужності, режиму роботи, виду застосовуваного палива.

На частку бензинових двигунів у порівнянні з іншими доводиться 97–99 % викидів оксиду вуглецю і вуглеводнів, а також 88 % оксидів азоту.

Оксид вуглецю (СО) – безбарвний газ, який не має запаху, легший за повітря, СО – продукт неповного згоряння при роботі бензинового двигуна на збагачених паливо-повітряних сумішах. Оксид вуглецю, не впливаючи на тканину організму, впливає на центральну нервову систему і викликає хвороби серця. В організмі людини він вступає в реакцію з гемоглобіном крові, замінює в ньому кисень і утворює карбоксигемоглобін, який чинить шкідливий вплив на червоні кров'яні тільця і призводить до серцево-судинних захворювань. Допустима концентрація карбоксигемоглобіну в крові – 1 % [148].

При пробігу автомобілів більше 100 тис. км у двигунах значно зношується поршнева група. Унаслідок цього відпрацьовані гази потрапляють у картер двигуна і через масловиливну горловину проникають у підкапотний простір. Тому в повітрі кабін автомобілів зі зношеними двигунами концентрація окису вуглецю значно підвищується, особливо взимку, коли рідко відкриваються вікна.

Особливо велика небезпека отруєння окисом вуглецю при роботі двигуна в закритих приміщеннях. У невеликих гаражах вже через 5 хв роботи двигуна можуть створюватися смертельні концентрації СО. Були випадки отруєння при повільному русі автомобілів великими щільними колонами. Небезпечний сон або тривалий відпочинок у кабіні автомобіля під час роботи двигуна.

При легкому ступені гострого отруєння виникає загальна слабкість, головний біль, потемніння в очах, зниження слуху, запаморочення. Надалі розвивається стан збудження, що нагадує алкогольне сп'яніння. У важких випадках спостерігається різка слабкість, сонливість, затьмарення свідомості, нудота і блювота.

Концентрація відпрацьованих газів у повітрі пов'язане зі швидкістю руху автомобіля. За даним досліджень, при русі автомобілів ЗІЛ-ММЗ-

555 (з пробігом 106–130 тис. км) з вантажем на автомобільній дорозі з твердим покриттям зі швидкістю 35 км/год. концентрація СО в повітрі кабіни досягає 125 мг/м<sup>3</sup>. Гранично допустима концентрація СО для повітря робочих приміщень – 30 мг/м<sup>3</sup>. З підвищенням швидкості до 50–60 км/год. концентрація СО знижувалася протягом 10–15 хв до 25 мг/м<sup>3</sup>. Це пояснюється підвищенням повітрообміну в кабіні автомобіля і швидким винесенням зустрічним потоком повітря відпрацьованих газів при виході їх із глушників. Найбільша кількість шкідливих домішок, у тому числі і СО, міститься у відпрацьованих газах при роботі двигуна на холостому ходу, особливо якщо двигун несправний. У цьому випадку концентрація СО в повітряному середовищі кабіни автомобіля збільшується у кілька разів і може досягати 625 мг/м<sup>3</sup>.

Оксиди азоту (NO<sub>x</sub>) виходять у результаті термічної оборотної реакції окислення азоту повітря при високих температура і тиску в циліндрах двигуна. Збільшенню виходу оксидів азоту з двигуна сприяють підвищення максимальної температури робочого циклу і надлишок кисню. У міру охолодження відпрацьованих газів і розбавлення їх повітрям оксид азоту окислюється далі.

Оксиди азоту руйнують легені людини. Це пояснюється утворенням в органах дихання азотної й азотистої кислот при взаємодії цих газів з водою. Оксиди азоту відіграють основну роль в утворенні фотохімічного туману в атмосферному повітрі. Причиною утворення такого туману є хімічні реакції, що відбуваються в атмосфері. Діоксид азоту, що виділяється працюючим двигуном, під дією сонячних променів розпадається на оксид азоту та атомарний кисень, які, з'єднуючись з киснем повітря, знову утворюють діоксид азоту й озон. Озон, вступаючи в хімічну реакцію з неграничними вуглеводнями, утворює оксиданти, які подразнюють слизові оболонки та органи дихання людини, викликають симптоми задухи, загострюють легеневі і різні хронічні захворювання, призводять до смертельного результату.

Свинець (Рв) входить до складу етилової рідини, що застосовується в якості антидетонатора. Сполуки свинцю застосовуються для підвищення октанового числа бензину, що забезпечує отримання високих і економічних показників бензинових двигунів. Близько 70 % свинцю, який міститься в бензині, викидається в атмосферу, з них 30 % осідає на поверхні землі, а 40 % знаходиться в повітрі у зваженому стані. Поблизу автомобільних доріг може затримуватися до 50 % усього свинцю, що потрапляє в повітря з

різних забруднюючих джерел. Один автомобіль виділяє в атмосферу в середньому 1 кг свинцю в рік. Перебуваючи в організмі людини в підвищених кількостях, свинець уражає всі органи і системи.

Найбільш прийнятним для зниження шкідливих викидів є вдосконалення існуючого двигуна внутрішнього згоряння. Викидання токсичних речовин помітно знижується при поліпшенні процесу згоряння палива. Із цією метою в нього додають спеціальні присадки, застосовують форкамерно-смолоскипна запалювання, а також запалювання іскрою підвищеної енергії, використовують регулятор розрядження. У системі випуску токсичні речовини відпрацьованих газів нейтралізують за допомогою рідинних, полум'яних, каталітичних, термокatalітичних і комбінованих нейтралізаторів.

Найбільш небезпечними з медичної точки зору є оксиди азоту. Але для комплексної оцінки шкідливого впливу будь-якого токсичного речовини на навколишнє середовище необхідно знати кількість цього компонента, що виділяється при згорянні палива. Викид оксиду вуглецю приблизно в 20 разів перевищує викид оксиду азоту. Зрозуміло, у вдихуваному повітрі також буде більше оксиду вуглецю в порівнянні з іншими токсичними компонентами. Тому багато досліджень з визначення концентрації токсичних елементів у населених пунктах підтверджують першочерговість зменшення в повітрі саме оксиду вуглецю.

У табл. 5.1 представлені значення показника впливу токсичного компонента відпрацьованих газів на організм людини [148].

Таблиця 5.1 – Склад відпрацьованих газів автомобіля

Шкідлива речовина	Середній вміст у відпрацьованих, г/кг	Мінімально припустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Показник впливу
Оксид вуглецю	25,3	1	0,61
Вуглеводні	4,45	1,5	0,072
Оксиди азоту	1,31	0,1	0,317

На сьогодні на частку автотранспорту у великих містах припадає 60 – 90 % викидів оксиду вуглецю. Тому поняття «забруднення навколишнього середовища автотранспортом» часто ототожнюється з поняттям «забруднення навколишнього середовища оксидом вуглецю» [149].

Найбільш поширеним методом дослідження забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами є вимірювання концентрації оксиду вуглецю в атмосферному повітрі. Однак реальне забруднення навколишнього середовища автомобілями найбільш повно відображає масовий викид ними оксиду вуглецю.

Гострі та хронічні зміни функціонального стану людини відбуваються під впливом хімічних факторів. При постійному впливі можуть виникнути неспецифічні зміни, пов'язані з низкою розладів нервової системи, появою різноманітних суб'єктивних симптомів у вигляді болю, дратівливості, порушення сну і т. п. При такому стані неминуче значне зниження ефективності трудової діяльності, особливо в другу половину робочої зміни [11].

Значний вплив на працездатність людини надає шум, який може викликати функціональні зміни в організмі та професійні ураження органів слуху. Шкідливий вплив шуму істотно позначається на реакції працюючої людини, призводить до послаблення його уваги.

Шум впливає на загальний психічний стан людини, викликає відчуття поганого самопочуття, обмеженості, тривоги і невпевненості. Шум є одним з головних факторів стомлюваності й може призвести до зниження працездатності людини і збільшення випадків травматизму.

Шум – сукупність звуків. Звукова хвиля характеризується звуковим тиском  $P$ , швидкістю поширення  $c$ , інтенсивністю  $I$ . Під звуковим тиском розуміють тиск, який додатково виникає при проходженні звукової хвилі в рідкому або газоподібному середовищі.

Під інтенсивністю звукової хвилі розуміють енергію, переноситься звуковою хвилею через одиничну площадку, перпендикулярну до напрямку поширення хвилі, в одиницю часу.

Інтенсивність звуку залежить від амплітуди коливань  $A$ , швидкості розповсюдження звукової хвилі та щільності середовища  $\rho$ :

$$I = - \frac{A^2}{c\rho}. \quad (5.1)$$

У технічній акустиці силу звуку часто оцінюють не в абсолютних, а у відносних логарифмічних одиницях (белах і децибелах). Наразі у всіх країнах як одиниця вимірювання загального шуму (всі діапазони частоти) прийнятий децибел –  $A$  (дБА), тобто одиниця вимірювання шуму, відпові-

дного денної чутливості вуха, за шкалою  $A$ . Рівень сили звуку (рівень шуму) визначається за формулою:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (5.2)$$

де  $I_0$  – інтенсивність шуму, яка відповідає умовному нульовому рівню (для частоти 1000 Гц  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>).

Вухо людини сприймає звуки, рівень сили яких розташований у межах 0...140 дБА над пороговим нульовим шумом, причому верхня межа відповідає порогу відчуття болю.

Транспортний шум особливо гостро сприймає міське населення. Розвиток ділової активності в містах супроводжується збільшенням руху. Як наслідок, транспортний шум безупинно зростає. Впливаючи на сон, на професійну і приватну діяльність городян, шум викликає в них майже постійні та зростаючі дратівливості і втому. Із плином часу ці обставини роблять негативний вплив на здоров'я міського населення: викликають захворювання серцево-судинної, центральної та вегетативної нервової системи, багато шлункових захворювань. Для багатьох людей шум є причиною нервових розладів, головного болю, звуження судин із підвищенням кров'яного тиску, збліднення шкіри, підвищення адреналіну в крові, м'язового напруження. Під впливом шуму погіршується здатність до оцінки рельєфу і дистанції. Слабшає чутливість сутінкового зору, зменшується поле зору, перекручується сприйняття кольорів, зокрема червоного. Може спостерігатися й ілюзорне переміщення предметів у просторі. Подібні розлади зору виникають при рівні шуму більше 85–90 дБА. На думку французьких дослідників, рівень шуму в кабіні або салоні автомобіля не має перевищувати 80 дБА.

Боротьба з шумом включає заходи в галузі містобудування й архітектури, дорожнього будівництва, організації дорожнього руху і конструювання автомобілів. У цілому їх можна підрозділити на заходи щодо зниження емісії шуму і заходи з обмеження поширення шуму.

Найбільш радикальним засобом зниження рівня транспортного шуму є створення безшумного автомобіля. Саме на це націлюють конструкторів вимоги щодо обмеження шуму і поступового зниження допустимого рівня шуму для нових серій автомобілів. Однак цей шлях неминуче спричиняє подорожчання автомобіля. Тому значний інтерес представляють інші можливості зниження та обмеження поширення транспортного шуму, реаліза-



ція яких не обов'язково пов'язана з матеріальними витратами.

Так, наприклад, вимога до водія, щоб при русі в місті частота обертання колінчастого вала не перевищувала 2700 об./хв, призвела до того, що рівень шуму двигуна був зменшений у середньому на 3 дБА, а його «пікове» значення – на 7 дБА. Водій транспортного засобу при сталій швидкості може істотно впливати на рівень шуму, що забезпечує вибір відповідної передачі (рис. 5.1) [148]. Для зниження шуму водієві варто як можна раніше переходити на вищу передачу і забезпечувати роботу двигуна на помірних оборотах.

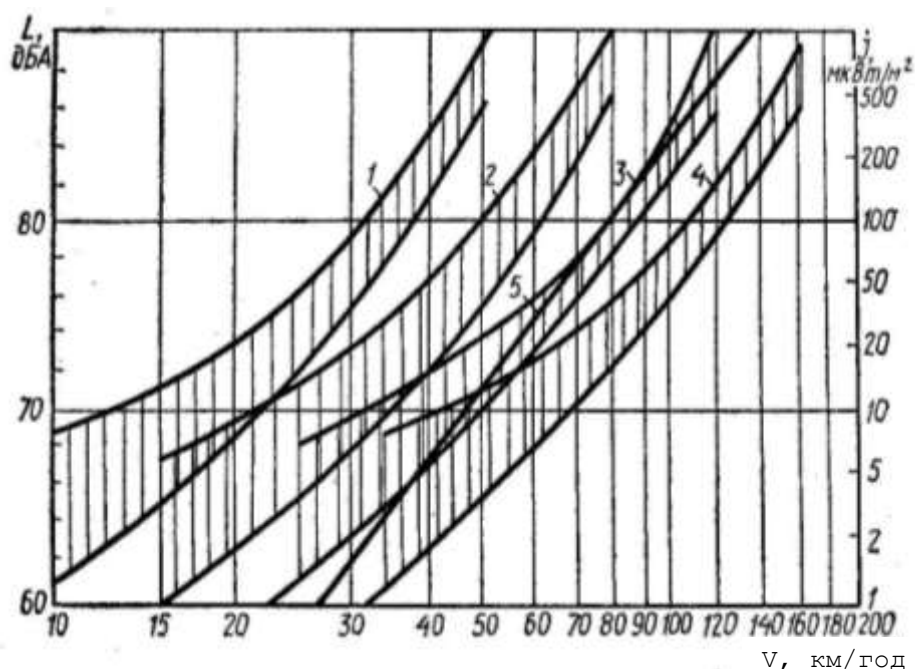


Рис. 5.1 – Рівні шуму при русі транспортного засобу на різних передачах: 1 – перша передача, 2 – друга передача, 3 – третя передача, 4 – четверта передача, 5 – рівень шуму від кочення коліс

Низка заходів щодо зниження рівня транспортного шуму належить до сфери організації та регулювання дорожнього руху. Реалізовувати подібні заходи зручно за допомогою автоматичних і телемеханічних систем. Скоротити затримки в русі транспортних засобів, а одночасно знизити і рівень шуму можна за допомогою системи координованого управління рухом.

У випадках коли крім шуму на людину діють інші несприятливі фактори, гранично допустимі рівні шуму мають бути нижче. Наприклад, в осіб, що працюють на фоні шуму в середовищі з підвищеною температурою або при напруженій увазі, частіше спостерігається розвиток гіпертонічної хвороби, ніж у працюючих при такому ж шумі без високих темпера-

тур і напруженої уваги або без шуму, але за наявності зазначених факторів. Комбінований вплив підвищених рівнів акустичних шумів і високих температур негативно впливає на точність роботи людини.

Якщо одночасно з шумом з'являється вібрація, то шкідливий їх вплив на організм людини посилюється. Вібрація з великою частотою і малою амплітудою чинить найбільш несприятливий вплив на людину, викликаючи головні болі, втому, напруження зору. Під дією на організм загальної вібрації (вібрації робочих місць) дуже скоро настає сонливість і апатія, а в певних випадках можуть відбутися зміни в організмі людини, які називаються вібраційною хворобою. При поштовхах і трясці точність і координація рухових реакцій погіршуються. У професійній діяльності з'являються помилки неспецифічного характеру, обумовлені в основному помилками сприйняття та виконання робочих команд. При впливі коливань з малою частотою і великою амплітудою також відзначаються порушення трудової діяльності [11].

Вібрація обладнання робочих місць не мусить створювати загальної вібрації, інтенсивність якої перевищувала б 90–100 дБ на частотах 0–4 Гц і 95 дБ на частотах вище 4 Гц.

До числа несприятливих факторів зовнішнього середовища належать електромагнітні поля надвисоких частот, вплив яких на людину може викликати функціональні зрушення в організмі: швидку стомлюваність, головні болі, дратівливість, порушення сну, стомлення зору і т. д.

Вплив на людину зовнішнього середовища і різних внутрішніх факторів у загальному вигляді може бути описано функцією:

$$\psi = \psi(x_1, x_2, \dots, x_m, F, \Omega F), \quad (5.3)$$

де  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – фактори зовнішнього середовища, наприклад, атмосферний тиск температура навколишнього повітря і його вологість, гравітація, радіація та ін.;

$F$  – емоційний фон;

$\Omega$  – внутрішні «шуми» в нервовій системі людини.

Функція  $\Psi$  є комплексним поправочним коефіцієнтом, що пов'язує стан людини при впливі різних несприятливих чинників з його станом при відсутності таких. За рахунок перебудування параметрів внутрішньої сфери організму відбувається компенсація впливу на нього зовнішніх чинників. Зміною внутрішніх параметрів організм знаходить стійкий стан, і функція  $\Psi$  залишається постійною. Проте такий стан організму зберігається

лише до певних значень параметрів  $x_1, x_2, \dots, x_m$  зовнішнього середовища. Якщо ж останні виявилися вище деякого припустимого рівня, то якість роботи людини в системі ЛТ починає погіршуватися, чому відповідає зменшення значень функції  $\Psi$  [9].

Можливі різні випадки впливу факторів  $x_1, x_2, \dots, x_m$  на якість діяльності людини (зокрема, на продуктивність праці):

1) усі фактори мають однакову «вагу» і діють в одному напрямку (збільшують або зменшують продуктивність праці);

2) фактори мають неоднакову «вагу», але діють в одному напрямку; якщо з їх числа виділити домінуючі, то їхній вплив на продуктивність праці можна розрахувати методом парної кореляції;

3) чинники з різною «вагою» діють не в одному напрямку; для досліджень у цьому випадку застосовуються методи множинної кореляції.

В умовах комплексного впливу факторів зовнішнього середовища їх вплив на якість діяльності людини зазвичай досліджують методами багатфакторних інженерно-психологічних експериментів. До таких методів можна зарахувати, наприклад, метод планування, проведення та обробки результатів експерименту з дослідження комплексного впливу факторів зовнішнього середовища на продуктивність людини-оператора в умовах неоднорідностей з урахуванням тимчасового дрейфу [149]. Відповідно до цього методу дослідження продуктивності праці оператора залежно від впливу основних факторів зовнішнього середовища полягає в знаходженні аналітичної залежності показника продуктивності від температури, освітленості робочого місця та виробничого шуму. У моделі, що реалізує запропонований метод, час  $t$  включається на рівних правах із факторами зовнішнього середовища  $x_i$ .

Показник продуктивності праці людини в системі ЛТ можна подати як функцію відгуку  $z(X, t)$ , що має вигляд:

$$z(X, t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \sum_{i=1}^m (b_i + b_{it}) x_i + \sum_{i < j}^m b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m c_i x_i^2, \quad (5.4)$$

де  $a_0, a_1, a_2, b_i, c_i$  – постійні коефіцієнти функціонального ряду при змінних  $t, x_1, x_j$ , відображають поточний час роботи, температуру зовнішнього середовища, освітленість робочого місця і виробничий шум.

Вплив внутрішніх шумів  $\Omega$  людини на якість його діяльності враховується відношенням сигнал – шум оператора, який можна представити у

вигляді приймача сигналів з деяким рівнем внутрішніх шумів. Відношення сигнал – шум неоднакове для різних вхідних сигналів [150], тобто аналізатори людини налаштовуються на сигнал, унаслідок чого підвищується ефективність сенсорної переробки. Сигнал, що містить більше інформації, викликає більш гостру настройку аналізатора, підвищує відношення сигнал – шум. Наявність внутрішніх шумів призводить до зростання загальної дисперсії та випадкової компоненти відповіді.

#### **5.4. Вплив ергономіки автомобіля на функціональний стан водія**

Стомлення, що виникає у водія автомобіля, слід вважати комбінованим, оскільки в його роботі елементи фізичної праці поєднуються з елементами інтенсивної розумової діяльності й великим емоційним напруженням. Причому емоційне напруження домінує і є основним фактором, що визначає розвиток його стомлення [2].

Велике нервово-емоційне напруження водія обумовлено постійною готовністю реагувати на різні раптово виникаючі зміни дорожньої обстановки.

Додатковими причинами емоційної напруги водіїв є: швидкість руху, яка не відповідає швидкості потоку транспортних засобів; почуття відповідальності за збереження вантажу; безпека пасажирів і власна безпека; нерівномірність надходження інформації, яка коливається від повної відсутності значимих подразників до десятків за хвилину; часте прийняття дуже відповідальних рішень.

Стомленню сприяють незручне сидіння, низька температура повітря, часті перепади температури в кабіні автомобіля, погана видимість. Також на розвиток стомлення впливають часті зміни освітленості й недостатня освітленість дороги в темний час доби, шум, вібрація, попадання в кабіну парів бензину або відпрацьованих газів [2]. Стомлення викликається зміною функціонального стану водія. Ергономічні характеристики автомобіля впливають на зміну функціонального стану водія.

З метою оцінки впливу ергономічних характеристик автомобіля на функціональний стан водія були проведені експериментальні дослідження, які полягали у проїзді водія по одному і тому ж маршруту в ранковий період «пік» у різні дні на різних за класом автомобілях (порівнювалися автомобілі Skoda Superb 2008 випуску та автомобіль ВАЗ 2104 1988 року випуску). При цьому відбувалася постійна реєстрація електрокардіограми водія

для оцінки його функціонального стану. Функціональний стан оцінювався показником активності регуляторних систем організму за методом проф. Баєвського Р. М. [20, 95].

Результати деяких досліджень наведені на рис. 5.2.

Довжина маршруту була підібрана таким чином, щоб водій опинився у трьох різних транспортних заторах. При цьому для порівняння та аналізу були допущені ті випадки проїзду, при яких початкові значення показників активності регуляторних систем були однакові.

Як видно з рисунка, функціональний стан водія при проїзді на автомобілі Skoda Superb значно поліпшується, ніж при їзді на автомобілі ВАЗ 2104. Різниця у зміні функціонального стану в кінці поїздки становить 1,2 бала. Це свідчать про те, що при поїздки на автомобілі з кращими ергономічними характеристиками, стомлення розвивається меншою мірою. При перебуванні водія у транспортних заторах тип і клас автомобіля не чинить особливого впливу на його функціональний стан.

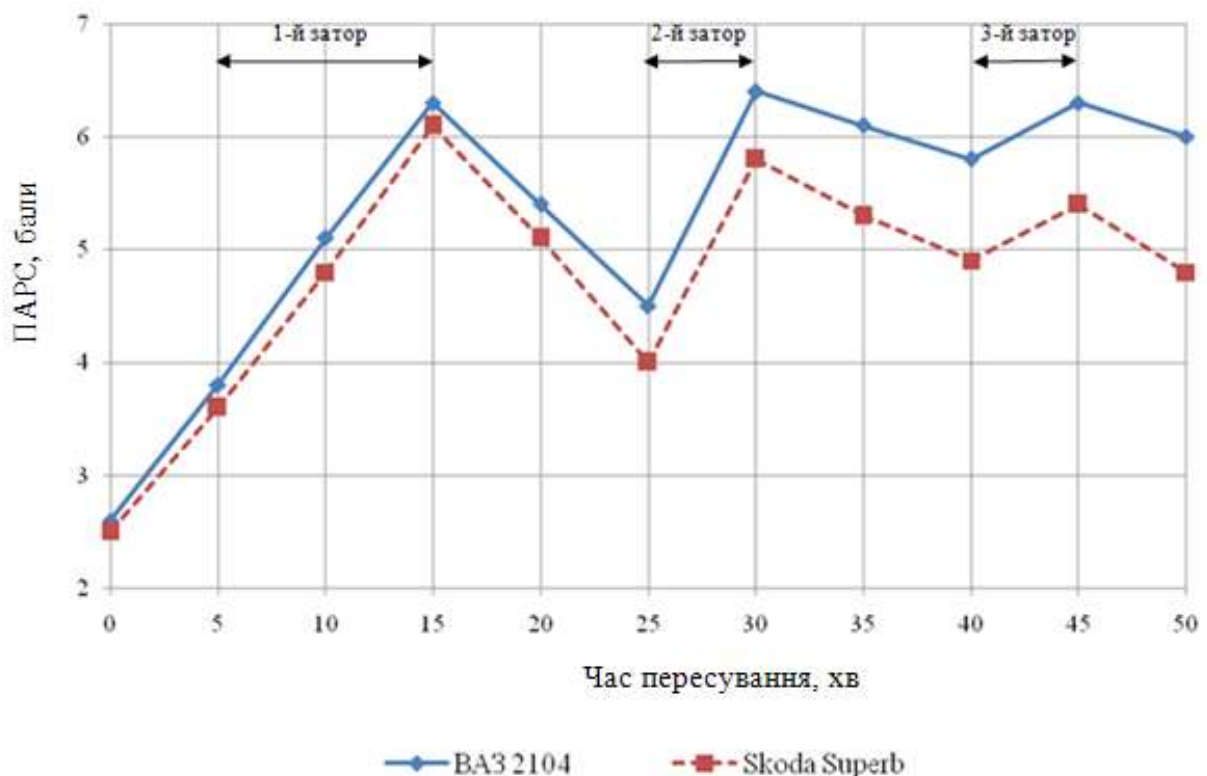


Рис. 5.2 – Зміна функціонального стану одного і того ж водія при пересуванні на автомобілях різних марок

## 5.5. Заходи з підвищення безпеки руху

Забезпечення безпеки дорожнього руху є найбільш важливою проблемою на автомобільному транспорті. Від правильного та своєчасного її вирішення залежать життя і здоров'я пасажирів, збереження матеріальних цінностей. Найбільша аварійність буває на автомобільному транспорті. Дані американської статистики свідчать про те, що кількість людей, загиблих на 1 млрд. пас.-км перевезень на автомобільному транспорті, майже вдвічі більше, ніж на повітряному, і майже в чотирнадцять разів – на залізничному. Щорічно на автомобільних дорогах світу гине у ДТП близько 200 тис. людей. У багатьох країнах збиток від аварійності на автомобільних дорогах становить близько 1 % національного доходу.

Посилення служб безпеки руху, обмеження швидкості руху обумовлюють деяке зниження відносної аварійності, зменшення тяжкості ДТП, у низці випадків – скорочення абсолютної аварійності. І все ж загальна кількість ДТП та осіб, постраждалих від них, залишається великою, а проблема підвищення безпеки руху зберігає свою гостроту й актуальність.

Ефективне вирішення проблеми підвищення безпеки дорожнього руху потребує встановлення причин ДТП і розробки заходів щодо їх усунення. Види і причини ДТП встановлюються на підставі статистики аварійності. Усі ДТП підрозділяються на 10 видів: зіткнення, перекидання транспортних засобів, наїзди на перешкоди, наїзди на пішоходів, наїзди на велосипедистів, наїзди на дорогі транспортні засоби, наїзди на гужовий транспорт, наїзди на тварин, падіння пасажирів та інші події. Частіше за інших трапляються наїзди транспортних засобів на пішоходів, зіткнення та перекидання транспортних засобів, наїзди на перешкоди і на транспортні засоби, що стоять. Разом узяті названі види ДТП становлять більше 90 % від усіх зареєстрованих.

У містах і населених пунктах відбувається 70–75 % усіх ДТП, головним чином, на перехрестях. Однак тяжкість ДТП вище на позаміських дорогах. Менш аварійними є автомобільні магістралі, які більшою мірою ізольовані від пішоходів і велосипедистів і які мають роздільні проїжджі частини для кожного напрямку руху, а перехрестя з іншими дорогами виконані в різних рівнях [148].

Аналіз даних, наведених у табл. 5.2, приводить до висновку, що ДТП відбуваються, головним чином, через помилки, недбалість, неправильні дії водіїв. Саме до такого висновку найчастіше приходять офіційна статистика. Однак погодитися з ним беззастережно не можна – воно результат не-

повного аналізу конкретних умов виникнення ДТП. Зокрема, статистика аварійності ДТП часто недооцінює роль дорожніх і погодно-кліматичних умов. Багаторічні дослідження свідчать про те, що вплив несприятливих дорожніх умов є прямою або непрямою причиною 70 % ДТП. Несприятливі дорожні умови значною мірою посилюють тяжкість пригод, що виникають з інших причин.

Підвищення безпеки дорожнього руху – завдання комплексне, рішення якого можливе за умови чіткого функціонування всіх складових системи Вадсе. Найважливішою її складовою є транспортні засоби, сукупність яких на автомобільній дорозі утворює транспортний потік. Одним із факторів аварійності є технічна несправність транспортних засобів.

Як впливає з табл. 5.2, цей фактор обумовлює 3,3 % ДТП.

Незважаючи на досить високу надійність сучасних транспортних засобів, подальше вдосконалення їхньої конструкції є одним з важливих напрямків скорочення ДТП. Удосконалення транспортних засобів з метою підвищення безпеки руху спрямовані на зниження стомлюваності та скорочення часу реакції водія, полегшення керування транспортним засобом за рахунок зменшення зусиль і часу, необхідних для цього, на підвищення якості функціонування механізмів транспортного засобу і на зменшення наслідків ДТП.

Таблиця 5.2 – Розподіл ДТП за основними причинами

Характер порушень правил дорожнього руху	Розподіл ДТП, %
Неправильний (не відповідає обстановці) вибір швидкості водієм	27
Керування транспортними засобами у нетверезому стані	23,5
Виїзд на полосу зустрічного руху	10,8
Виїзд на смугу зустрічного руху	8,2
Застосування неправильних прийомів управління, обумовлене недостатньою досвідченістю водія	4,7
Порушення правил обгону	4,3
Рух на несправному транспортному засобі	3,3
Недотримання безпечної дистанції	3,1
Непокора приписам дорожніх знаків	1,4
Раптовий виїзд із займаного ряду руху	0,8

Поліпшення дії механізмів транспортного засобу становить сферу його активної безпеки, під якою розуміють забезпеченість конструкціями і технічними засобами, що гарантують безаварійний рух у нормальних дорожніх умовах при дотриманні водієм Правил дорожнього руху. Це поняття включає в себе гарну оглядовість, ефективне і надійне гальмування, легке і надійне кермове управління, стійкість і керованість транспортних засобів на прямолінійних і криволінійних ділянках дороги, ефективна дія освітлювальних і сигнальних приладів, малу стомлюваність водіїв при довгих поїздах.

Щоб уникнути стомлюваність водія активна безпека висуває низку вимог до конструкції та обладнання кабіни. У цілому конструкція і висвітлення її мають відповідати психофізіологічним можливостям людини. Така відповідність досягається за рахунок розмірів кабіни, які не обмежують рухів водія, правильного розміщення контрольних сигнальних приладів, кермового колеса і педалей управління, конструкції та правильного установа сидіння.

На стомлюваність і увагу водіїв значною мірою впливає зміна температури і відносної вологості повітря в кабіні. Найбільш сприятливі умови при температурі 19...22 ° С і відносній вологості 50 %. Залежно від характеру роботи, пори року і погодних умов належну увагу має бути приділено одягу водія.

У табл. 5.3 представлені показники, що характеризують різну ступінь зручності роботи водія в кабіні [148].

Дослідження стомлюваності водіїв з автоматичним і ручним управлінням коробкою передач показало, що у разі автоматичної коробки передач зменшується навантаження на певні групи м'язів, знижується нервова напруга, економляться фізичні зусилля, що покращує умови безпеки дорожнього руху.

До засобів активної безпеки слід також зарахувати пристрої, що попереджають водія про досягнення безпечної швидкості. Відомі пристрої, що включають в себе аналогову обчислювальну техніку і подають водієві звуковий або світловий сигнал з урахуванням коефіцієнта зчеплення, гальмівного шляху, прийнятих обмежень.

При русі, особливо у складних умовах, водій постійно знаходиться у стані підвищеної уваги та постійної готовності змінити напрям руху, щоб запобігти ДТП. Транспортний засіб має легко і швидко підкоритися водієві, змінити швидкість і напрямок руху, зберігши при цьому свою стійкість.



Легкість і надійність цього маневру забезпечується кермовим управлінням, від стану якого багато в чому залежить безпека дорожнього руху [148].

Справний стан і надійна робота зовнішніх освітлювальних приладів транспортних засобів є найважливішою умовою безаварійного руху в темний час доби. В автомобілях застосовуються три типи джерел світла: лампи розжарювання, люмінесцентні трубки, галогенні лампи. Автомобіль має бути обладнаний справно діючими і правильно відрегульованими фарами з ближнім і далеким світлом. Кількість і розміщення фар (не рахуючи протитуманних) мають відповідати передбаченій конструкції транспортного засобу.

Таблиця 5.3 – Фактори, що визначають рівень зручності роботи водія

Фактори зручності роботи водія	Зона повної зручності	Зона неповної зручності	Граничні величини
Подача повітря на 1 особу, м <sup>3</sup> /хв	0,4 (0,56)	0,4 (0,36)	0,1 (0,14)
Температура повітря, °С: максимальна мінімальна	22 (21) 19 (18,5)	47 (30) 15 (15,5)	40 (43) 0 (0)
Швидкість руху повітря, м/с	0,15 (0,1)	0,3 (0,3)	2
Відносна вологість повітря, %: максимальна мінімальна	50 (50) 50 (30)	60 (60) 40 (20...30)	80 (75) 20 (20)
Випари бензину, мг/л повітря	0	0,1	0,3
Вуглекислий газ, мг/л повітря	0,56 (0,17)	1,3	2 (1)
Чадний газ, мг/л повітря	0 (0)	0,01 (0,01)	0,03 (0,03)
Шум	(55 дБ) чутність мови на відстані 1 м	(65 дБ)	(більше 80 дБ) межа досі не встановлено, до 100 дБ
Вібрація	(при 8 циклах за 1 с та амплітуді хвилі 0,2 мм)	(при 8 циклах за 1 с та амплітуді 1,3 мм)	(зона нестерпних вібрацій)
Прискорення, м/с <sup>2</sup>	(0)	(0,1)	(1)

Примітка: у дужках вказані американські дані.

Першочергове значення для безпеки дорожнього руху має ефективність гальмування транспортних засобів, зокрема, стан гальм і правильне користування ними. Сучасні гальмівні системи дозволяють водієві зупинити транспортний засіб на порівняно короткому шляху руху й утримувати його в загальмованому стані, незалежно від навантаження і профілю колії.

Якщо водій заздалегідь підготовлений до зупинки транспортного засобу або до зниження швидкості руху, то гальмування здійснюється без максимального використання гальм і, як правило, із включеною передачею. У цьому випадку зниження швидкості досягається за допомогою двигуна (зменшення подачі палива), а остаточна зупинка транспортного засобу – плавним натисканням на педаль гальма. Таке гальмування називають службовим. Гальмування з метою зупинки автомобіля на мінімальній відстані називається екстреним (аварійним). Таке гальмування, як правило, здійснюється раптово, у випадках виникнення аварійної ситуації. Ефективність гальмування залежить від правильних дій водія та справності гальм. Безпека дорожнього руху вимагає, щоб ефективність роботи гальм перевірялася щодня перед виїздом за одним із показників: величині гальмового шляху, величині гальмівної сили, що розвивається гальмами транспортного засобу, і за величиною максимального уповільнення при гальмуванні.

Під пасивною безпекою транспортного засобу розуміють сукупність конструкцій і технічних засобів, що знижують тяжкість пригод, якщо аварія виявилася неминучою. Засоби пасивної безпеки знижують смертність і тяжкість тілесних ушкоджень водіїв та пасажирів.

Безпека водіїв і пасажирів значною мірою залежать від деформативності кузовів автомобілів, від їхньої здатності демпфувати. Жорсткість кузова автомобіля має бути обмежена так, щоб у результаті зіткнення кузов у допустимих межах деформувався, пом'якшуючи тим самим удар від зіткнення. Проте верхня частина кузова має бути настільки міцною, щоб при перекиданні автомобіля розмір салону і кабіни істотно не змінювався. Проведені в Італії випробування легкових автомобілів з переднім розташуванням двигуна і передніми провідними колесами, заднім розташуванням двигуна і задніми провідними колесами показали, що при зіткненні зі швидкістю 50 км/год. залежність між деформаціями кузова і масою в межах від 600 до 1350 кг є лінійною для всіх трьох типів автомобілів. При рівності деформаційних властивостей для автомобілів з переднім розташуванням двигуна і передніми провідними колесами відзначається велика демпфуюча здатність.

Внутрішні поверхні кузова мають бути оббиті енергопоглинаючим матеріалом. Бажано, щоб вони були обладнані пневматичними подушками. У складеному стані такі подушки розміщуються збоку від сидінь, під панеллю приладів, на задній стороні передніх сидінь. Подушки з'єднуються з балонами, наповненими стиснутим газом. При зіткненні подушки протягом десятих часток секунди наповнюються газом, заповнюють простір попереду пасажирів і водія, істотно знижуючи ймовірність і тяжкість пошкоджень. Пасивна безпека автомобіля вимагає, щоб деталі, які виступають у середину кузова, були еластичні та мали округлу форму [148].

Ефективним засобом пасивної безпеки автомобіля є прив'язні ремені (ремені безпеки). Їх застосування значно знижує вірогідність смертельного результату, особливо при перекиданні автомобіля. Більш ніж вдвічі знижується тяжкість поранень. Ремінь безпеки визнаний найбільш ефективним засобом для попередження особистих травм. Ризик серйозного пошкодження або смертельного результату для пасажирів, що попереду сидять, знижується в 9 разів. Через наявність рульового колеса захист водія менш ефективний.

Призначення ременів безпеки полягає в тому, щоб утримувати на місці пасажирів і водія при зіткненні або різкому гальмуванні автомобіля. Прив'язний ремінь складається зі стрічки ремня з замком та пристрої для кріплення ремня до кузова й сидіння. Відома велика кількість конструкцій прив'язних ременів. Для більш повного й ефективного їх використання бажано враховувати різноманітність фігур тих, хто користується автомобілем.

Удосконалення системи пасивної безпеки вимагає ретельних наукових досліджень. Перевірка нових конструкцій і пристроїв здійснюється при випробуваннях на автодромах експериментальних автомобілів, обладнаних манекенами і відповідною вимірювальною апаратурою. Вивчається характер ДТП, встановлюються причини загибелі або важких поранень людей; всебічно досліджується біомеханіка ушкоджень людини; розробляються вимоги до конструкції, міцності окремих частин автомобіля і його внутрішнього обладнання.

*Питання для самоперевірки та контролю знань*

1. Які бувають форми втоми?
2. У чому полягає механізм виникнення втоми?
3. Які висувуються вимоги до робочого місця водія?
4. Які характеристики параметрів мікроклімату в кабіні водія?
5. Як впливають фактори навколишнього середовища на стан водія?
6. У чому проявляється негативний вплив вібрації та шуму на організм водія?
7. У чому полягає вплив ергономічних характеристик автомобіля на функціональний стан водія?
8. Що розуміється під активною і пасивною безпекою?
9. Які існують заходи з підвищення безпеки дорожнього руху?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зинченко, В. П. Эргономика. Человекоориентированное проектирование техники, программного обеспечения и среды : учеб. / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. – М. : Логос, 2001. – 356 с.
2. Мишури́н, В. М. Психофизиологические основы труда водителей автомобилей : учеб. пособие / В. М. Мишури́н, А. Н. Романов, Н. А. Игнатов. – М. : МАДИ, 1982. – 254 с.
3. Дмитриева, М. А. Психология труда и инженерная психология : учеб. пособие / М. А. Дмитриева, А. А. Крылов, А. И. Нафтульев. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1979. – 224 с.
4. Вопросы психофизиологии человека на автомобильном транспорте / Н. В. Борисюк, С. А. Елисеева, В. Н. Иванов, В. Н. Сытник. – М. : Высшая школа, 1973. – 308 с.
5. Костюк, В. И. Системы отображения информации и инженерная психология / В. И. Костюк, В. Е. Ходаков. – К : Вища школа, 1977. – 192 с.
6. Афонин, В. А. Теоретические основы информационной техники / В. А. Афонин, В. И. Дмитриев, Ф. Е. Темников. – М. : Энергия, 1971. – 424с.
7. Человек и космическая астронавигация / под общ. ред. В. Ф. Быковского и др. – М. : Машиностроение, 1979. – 224 с.
8. Жерनावков, В. Ф. Пути совершенствования методов объективной оценки деятельности оператора в сложных системах управления / В. Ф. Жерनावков, В. И. Патков, Э. А. Козловский // В кн.: Проблемы инженерной психологии и эргономики. Вып. 3. – Ярославль, 1974. – С. 135–137.
9. Шибанов, Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника / Г. П. Шибанов. – М. : Машиностроение, 1983. – 263 с.
10. Адамович, Н. В. Управляемость машин (эргономические основы оптимизации рабочего места человека-оператора) / Н. В. Адамович. – М. : Машиностроение, 1977. – 280 с.
11. Введение в эргономику / Г. М. Зараковский, Б. А. Королев, В. И. Медведев, П. Я. Шлаен; под ред. В. П. Зинченко. – М. : Советское радио, 1974. – 352 с.
12. Климович, Л. С. Психофизиологическое исследование структуры и количественных зависимостей процесса упорядочения человеком зритель-

но предъявляемых сигналов по шкале приоритетности / Л. С. Климович, В. Д. Магазинник, В. Н. Олещук // В кн. : Проблемы инженерной психологии и эргономики. Вып. 2. – М., 1974. – С. 75–78.

13. Боднер, В. А. Оператор и летательный аппарат / В. А. Боднер. – М. : Машиностроение, 1976. – 224 с.

14. Котик, М. А. Саморегуляция человека-оператора / М. А. Котик. – Таллин: Валгус, 1974. – 164 с.

15. Гаврилов, Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте / Э. В. Гаврилов. – К. : Техника, 1976. – 152 с.

16. Системологія на транспорті / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін; під заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – Кн. V : Ергономіка. – К. : Знання України, 2008 р. – 256 с.

17. Стокфельт, Т. Деятельность в условиях стресса, вызванного мотивацией / Т. Стокфельт // Эмоциональный стресс. – JL, 1970. – С.75–79.

18. Гаврилов, Э. В. Структура командного сигнала в ориентировочной деятельности водителя / Э. В. Гаврилов. – Эргономика и НОТ. – К. : Знание, 1972.

19. Ломов, Б. Ф. Военная инженерная психология / под ред. Б. Ф. Ломова и др. М. : Воениздат, 1970. – 398 с.

20. Гюлев, Н. У. К вопросу о зависимости функционального состояния водителя от его индивидуально–типологических свойств / Н. У. Гюлев // Комунальне господарство міст : науково-технічний збірник. – Х. : ХНАМГ, 2011. – Вип. 97. – С. 314–319.

21. Теплов, Б. М. Проблемы индивидуальных различий / Б. М. Теплов. – М., 1961. – С. 9–20.

22. Климов, Е. А. Индивидуальный стиль деятельности в зависимости от типологических свойств нервной системы / Е. А. Климов. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1969. – 280 с.

23. Леонтьев, А. Н. Деятельность, сознание, личность / А. Н. Леонтьев. – 2-е изд. – М. : Политиздат, 1977. – 304 с.

24. Розе, Н. А. Психомоторика взрослого человека / Н. А. Розе. – Л., 1970.

25. Ротенберг, Р. В. Время реакций водителей / Р. В. Ротенберг, Ш. И. Хубелашвили // Автомобильный транспорт. – 1977. – № 8. – С. 54–56.

26. Гюлев, Н. У. Об изменении времени реакции водителя вследствие пребывания в транспортном заторе / Н. У. Гюлев // Вестник Национально-

го технического университета «ХПИ». – 2011. – № 2. – С. 117–120.

27. Голубев, Г. Г. Психология: учеб. для индустриально-педагогических техникумов / Г. Г. Голубев, К. К. Платонов. – М. : Высшая школа, 1973. – 256 с.

28. Игнатов, Н. А. Психофизиологические основы труда шофера / Н. А. Игнатов. – М. : Высшая школа, 1969. – 102 с.

29. Мишурин, В. М. Надежность водителя и безопасность движения / В. М. Мишурин, А. Н. Романов. – М., 1990. – 167 с.

30. Зинченко, П. И. К постановке проблемы оперативной памяти / П. И. Зинченко, Г. В. Репкина // Вопр. психол. – 1964. – № 6. – С. 3–12

31. Платонов, К. К. Вопросы психологии труда / К. К. Платонов. – М. : Медицина, 1970. – 264 с.

32. Селиванов, В. И. Проблема воли в советской психологии / В. И. Селиванов // Вопр. психол. – 1964. – № 1. – С. 83–93.

33. Пуни, А. Ц. Некоторые вопросы теории воли и волевая подготовка в спорте / А. Ц. Пуни // В кн. : Психология и современный спорт. М., 1973. – С. 144–162.

34. Пуни, А. Ц. Психологические основы волевой подготовки в спорте : учеб. пособие / А. Ц. Пуни. – Ленинград : ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта, 1977. – 48 с.

35. Ильина, М. Н. Связь способности к проявлению выносливости и волевого усилия с некоторыми психофизиологическими и психовозрастными характеристиками человека : автореф. дис. канд. психол. наук. / М. Н. Ильина. – Ленинград, 1976. – 24 с.

36. Сосновикова, Ю. Е. Психические состояния человека, их классификация и диагностика / Ю. Е. Сосновикова. – Горький, 1975. – 117 с.

37. Асеев, В. Г. Психические состояния человека и работоспособность / В. Г. Асеев // Соц. Труд. – 1971. – № 1. – С. 60–67

38. Милерян, Е. А. Эмоционально-волевые компоненты надежности оператора / Е. А. Милерян // В кн.: Очерки психологии труда оператора. М. : Наука, 1974. – С. 5–82.

39. Гуревич, К. М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы / К. М. Гуревич. – М. : Издательство «Наука», 1970. – 272 с.

40. Руководство по физиологии труда / под ред. проф. М. И. Виноградова. – М. : Медицина, 1969. – 408 с.

41. Гюлев, Н. У. Выбор рационального количества автобусов на мар-

шрутах города с учетом влияния человеческого фактора : дис. канд. техн. наук / Н. У. Гюлев. – Х. : ХАДИ, 1993. – 139 с.

42. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха / под ред. В. И. Медведева. – Ленинград : Наука, 1984. – 140 с.

43. Гюлев, Н. У. Экспериментальное определение транспортного утомления пассажиров при поездке на работу / Н. У. Гюлев, В. К. Доля, О. В. Доля // Деп. УкрНИИНТИ 18.06.90 г. № 1136. – Ук90 (Киев).

44. Медведев, В. И. Физиологическое нормирование в трудовой деятельности / В. И. Медведев. – Ленинград : Наука, 1988. – 127 с.

45. Игнатов, Н. А. Инженерная психология, психофизиология труда и подготовка водителя автомобиля / Н. А. Игнатов, В. А. Иларионов, В. М. Мишуринов. – М. : МАДИ, 1979. – 96 с.

46. Руководство по физиологии труда / под ред. проф. З. М. Золиной и проф. Ф. Измерова. – М. : Медицина, 1983. – 528 с.

47. Левитов, Н. Д. О психических состояниях человека / Н. Д. Левитов. – М., 1964. – С. 18–21.

48. Виноградов, М. И. Физиология трудовых процессов / М. И. Виноградов. – М., 1966. – 254 с.

49. Фетискин, Н. П. Влияние типологических особенностей в проявлении основных свойств нервной системы на возникновение состояния монотонии / Н. П. Фетискин // В кн. : Психофизиологические основы физического воспитания и спорта. – Л., 1972. – С. 150–155.

50. Марищук, В. Л. Напряженность в полете / В. Л. Марищук, К. К. Платонов, Е. А. Плетницкий. – М. : Воениздат, 1969. – 118 с.

51. Суворова, В. В. Психофизиология стресса / В. В. Суворова. – М. : Педагогика, 1975. – 208 с.

52. Ломов, Б. Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии / Б. Ф. Ломов. – М. : Педагогика, 1991. – 296 с.

53. Леонова, А. Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / А. Б. Леонова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 200 с.

54. Блок, В. Уровни бодрствования и внимания / В кн. : Экспериментальная психология / В. Блок ; под ред. П. Фресса и Ж. Пиаже. – М., 1970. – С. 97–146.

55. Соколов, Е. Н. Нейронные механизмы памяти и обучения / Е. Н. Соколов. – М. : Наука, 1981. – 139 с.

56. Горбов, Ф. Д. Детерминация психических состояний / Ф. Д. Горбов // Вопр. психол. – 1971. – № 5. – С. 20–29.



57. Левитов, Н. Д. О психических состояниях человека / Н. Д. Левитов. – М. : Просвещение, 1964. – 344 с.
58. Медведев, В. И. Устройство физиологических и психологических функций человека при действии экстремальных факторов / В. И. Медведев. – Ленинград, 1982. – 103 с.
59. Руководство по физиологии труда / под ред. М. И. Виноградова. – М. : Медицина, 1969. – 407 с.
60. Анастаси, А. Психологическое тестирование / А. Анастаси. – М., 1982. – 205 с.
61. Ильин, Е. П. Теория функциональной системы и психофизиологические состояния / Е. П. Ильин // В кн. : Теория функциональных систем в физиологии и психологии. – М. : Наука, 1978. – С. 325–346.
62. Введение в эргономику / под ред. В. П. Зинченко. – М. : Советское радио, 1974. – 352 с.
63. Cooper C. L., Marshall J. Sources of managerial and white collar stress. – In: Stress at work. Ed. by C.L. Cooper and R. Payne. – L., 1978. – Pp. 81–105.
64. Selye H. Stress in health and disease. – L., 1976. – 536 p.
65. Розенблат, В. В. Проблема утомления / В. В. Розенблат. – 2-е изд. – М. : Медицина, 1975. – 240 с.
66. Cameron C.A. theory of fatigue. – In. : Man under stress. Ed. by A. T. Welford – L., 1974. – Pp. 633–648.
67. Наенко, Н. И. Психическая напряженность / Н. И. Наенко. – М. : МГУ, 1976. – 112 с.
68. Асеев, В. Г. Проблема монотонности в трудах зарубежных авторов / В. Г. Асеев // Вопр. психол. – 1975. – № 1. – С. 21–24.
69. Ильин, Е. П. Оптимальные характеристики работоспособности человека : автореф. дис. докт. пед. наук / Е. П. Ильин. – Ленинград, 1968. – 32 с.
70. Сергеев, С. Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред : учеб. пособие / С. Ф. Сергеев. – Санкт-Петербург : СПбГУ ИТМО, 2011. – 258 с.
71. Волков, В. Г. Методы и устройства для оценки функционального состояния и уровня работоспособности человека-оператора / В. Г. Волков, В. М. Машкова. – М. : Наука, 1993. – 208 с.
72. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт,

1980. – 311 с.

73. Инженерная психология / С. Л. Бочарова, Г. В. Репкина, Г. К. Середа, Б. А. Смирнов – К. : Вища школа, 1976. – 308 с.

74. Клебельсберг, Д. Транспортная психология : пер. с нем. / Под ред. В.Б. Мазуркевича. – М. : Транспорт, 1989. – 367 с.

75. Johannsen G. Nebenaufgaben als Beanspruchungsmeßverfahren in Fahrzeugführungsaufgaben // Zeitschrift für Arbeitswissenschaft. – 1976. – № 30. – Рр. 45–50.

76. Туманов, В. В. Обеспечение рациональных режимов труда и отдыха средствами эксплуатационной службы : дис. канд. техн. наук / В. В. Туманов. – Х. : ХАДИ, 1983. – 206 с.

77. Тарханов, И. Р. О гальванических явлениях в коже человека при раздражениях органов чувств и различных формах психической деятельности. / И. Р. Тарханов. – Таллин : «Саготи Сакартивело», 1961. – С. 41–50.

78. Медико-биологические проблемы на автотранспорте: сб. науч. тр.– М. : НИИ гигиены, 1982. – 128 с.

79. Вайсман, А. И. Об особенностях методики изучения критической частоты мельканий (КЧСМ) / А. И. Вайсман, В. И Жуковский, О. А. Мальцев // Медико-биологические проблемы на автотранспорте. – М. : НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрсмана, 1982. – С. 97–102.

80. Приборы и методики психофизиологического обследования водителей автомобилей / Н. А. Игнатов, В. М. Мишуриной, Р. Т. Мушегян, В. А. Сергеев. – М. : Транспорт, 1978. – 88 с.

81. Лукьянов, А. Н. Сигналы состояния человека-оператора / А. Н. Лукьянов, М. В. Фролов. – М. : Наука, 1969. – 247 с.

82. Зинченко, В. П. Психометрика утомления / В. П. Зинченко, А. Б. Леонова, Ю. К. Стрельков. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 109 с.

83. Коно, Т. Стратегия и структура японских предприятий / Т. Коно. – М. : Прогресс, 1987. – 384 с.

84. Вершинин, О. А. Исследование применимости средств мультимедиа для контроля функционального состояния оператора ЭВМ / О. А. Вершинин, О. В. Красильникова, Л. В. Коледов, А. Н. Омельченко // Вестник Донского государственного технического университета. – 2001. – Т. 1, № 1(7). – С. 134–139.

85. Душков, Б. А., Основы инженерной психологии / Б. А. Душков, А. В. Королев, Б. А. Смирнов. – М. : Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002. – 576 с.

86. Вайсман, А. И. Здоровье водителей и безопасность дорожного движения / А. И. Вайсман. – М. : Транспорт, 1979. – 137 с.
87. Звоников, В. М. Психофизиологическое обеспечение профессиональной деятельности железнодорожников и восстановительная медицина / В. М. Звоников, Т. Г. Мищерякова // Вестник восстановительной медицины. – 2002. – № 1. – С. 43–52.
88. Мороз, М. П. Методика экспресс-диагностики функционального состояния и работоспособности человека / <http://olderan.by.com>.
89. Программно-аппаратный комплекс АМСАТ / <http://www.health-service.ru>.
90. Горбаль В.В., Дымников А.А., Умеренков У.А., Федорова О.В. Компьютерное электропунктурное сканирование как метод экспресс диагностики, мониторинга и коррекции функционального состояния человека / <http://www.antamed.ru>.
91. Рагозин А.Н., Кононов Д.Ю., Усынин А.М., Михайлов М.В. Компьютерная программа для оценки функционального состояния учащихся средних школ / <http://cdo.susu.ac.ru>.
92. Зинченко, В. П. Основы эргономики / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 344 с.
93. Устройство психофизиологического тестирования «Психофизиолог-Н» / <http://medlab.nnz.ru>.
94. Воробьев, К. П. Клинико-физиологический анализ категории функционального состояния организма в интенсивной терапии / К. П. Воробьев // Вестник интенсивной терапии. – 2001. – № 2. – С. 3–8.
95. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. Н. Кириллов, С. З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 222 с.
96. Доля, В. К. Методы организации перевозок пассажиров в городах / В. К. Доля. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. гос. ун-те, 1992. – 144 с.
97. Баевский, Р. М. Ритм сердца у спортсменов / Р. М. Баевский. – М. : Физкультура и спорт, 1996. – 143 с.
98. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 292 с.
99. Болсунова, М. Я. Суточные и сезонные изменения регуляции сердечного ритма у механизаторов сельского хозяйства / М. Я. Болсунова // Физиология человека. – 1978. – Т. 4, № 2. – С. 323–327.
100. Молдовская, С. И. Физиологическое обоснованно рационального

режима работы водителей такси / С. И. Молдовская, В. Ф. Загородная, // Физиология человека. – 1976. – Т. 4, №2. – С. 318–322.

101. Никулина, Г. А. Исследование статистических характеристик сердечного ритма как метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях : автореф. дис. канд. мед. наук: 03.19.02 / Г. А. Никулина. – М. : 1974. – 23 с.

102. Воскресенский, А. Д. Статистический анализа сердечного ритма и показателей гемодинамики в физиологических исследованиях / А. Д. Воскресенский, М. Д. Вентуель. – М. : Наука, 1971. – 114 с.

103. Космическая кардиология / Р. М. Баевский, Ю. Н. Волков, О. Г. Газенко, В. В. Парин. – Л. : Медицина, 1967. – 206 с.

104. Принципы использования вариабельности сердечного ритма для комплексной оценки состояния машинистов в процессе их деятельности / М. Ренч , Б. Лиземайер , Ю. Н. Семенов, Е. В. Кочуева, Р. М. Баевский, Е.Ю. Берсенов, А.Г. Черникова / <http://space.copris.com>.

105. Определение функционального состояния: психофизиологических резервов организма, состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, уровня стресса и стрессоустойчивости / <http://medelina.d2d.ru>.

106. Давідіч, Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія / Ю. О. Давідіч. – Х. : ХНАДУ, 2006. – 292 с.

107. Вайсман, А. И. Особенности изменения регуляции сердечной деятельности при повторяющихся эмоциональных нагрузках в динамике рабочей смены / А. И. Вайсман, И. С. Шендерова, Г. А. Ермакова // Медико-биологические проблемы трудовой деятельности водителей автомобилей. – М. : Медицина, 1979. – С. 6–8.

108. Кочуев В. Н., Кочуев Н. В. Возможности аппаратно-программных средств для оценки функционального состояния водителей автомобилей / <http://space.copris.com>.

109. Научный лечебно-диагностический центр «Дельф» / <http://www.sova.ru>.

110. Бутуханов, В. В. Функциональная диагностика XXI века/ <http://medtreatment.narod.ru>.

111. Омега-М / <http://www.dun.ru>.

112. Бортовой аппаратный комплекс «Нейрон-Б» / <http://space.copris.com>.

113. Семенов, Ю. Н. Аппаратно-программный комплекс «Варикард»

для оценки функционального состояния организма по результатам математического анализа ритма сердца. Вариабельность сердечного ритма / Ю. Н. Семенов., Р. М. Баевский. – Ижевск, 1996. – С. 160–162.

114. Рябова, Т. Я. Программно-аппаратный комплекс «Пульсарт» для скрининговой диагностики состояния здоровья с использованием интерактивной компьютерной телефонии / Т. Я. Рябова, В. Н. Шлапак, В. Н. Кочев // 2-ая международная конференция «Радиоэлектроника в медицинской диагностике» – М. : 1997. – С. 131–135.

115. Баевский, Р. М. Медицинские проблемы автоматизации контроля за состоянием здоровья космонавтов / Р. М. Баевский // Космическая биология и авиационная медицина. – 1991. – № 2. – С. 21–27.

116. Комплекс для анализа вариабельности сердечного ритма «Варикард» / <http://space.copris.com>.

117. Вайсман, А. И. Автодорожная медицина – итоги и перспективы // Медико-биологические проблемы трудовой деятельности водителей автомобилей / А. И. Вайсман. – М. : Медицина, 1979. – С. 6–8.

118. Шендерова, И. С. Структура сердечного ритма при дозированных умственных нагрузках в условиях лабораторного эксперимента // Медико-биологические проблемы трудовой деятельности водителей автомобилей / И.С. Шендерова. – М. : Медицина, 1979. – С. 148–149.

119. Алексеев, О. П. Персональная ЭВМ в проектировании автомобильных дорог / О. П. Алексеев. Э. В. Гаврилов, В. В. Туманов и др. – К. : УМК ВО, 1988. – 200 с.

120. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 292 с.

121. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда / Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, 1986. – 216 с.

122. Основы инженерной психологии: учеб, пособие / под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Высшая школа, 1977. – 335 с.

123. Губинский, А. И. Понятие отказа применительно к человеку-оператору / А. И. Губинский, Ю. В. Суходольский // В кн.: Инженерная психология в приборостроении. – М., 1967. – С. 124–131.

124. Небылицын, В. Д. К изучению надежности работы человека-оператора в автоматизированных системах / В. Д. Небылицын // Вопр. психологии. – 1961. – № 6. – С. 9–18.

125. Гуревич, К. М. Профессиональная пригодность и основные свой-

ства нервной системы / К. М. Гуревич, В. Ф. Матвеев. – М. : Наука, 1970. – 272 с.

126. Алетницкий, Е. А. Напряженность в полете / Е. А. Алетницкий, В. Л. Марищук, К. К. Платонов. – М. : Воениздат, 1969. – 117 с.

127. Милерян, Е. А. О надежности оператора в разных режимах его работы / Е. А. Милерян // Вопр. психологии. – 1971. – № 4. – С. 60–69.

128. Зильберман, П. Б. Эмоциональная устойчивость оператора / П. Б. Зильберман // В кн. : Очерки психологии труда оператора. – М., 1974. – С. 138–173.

129. Солодкова, А. В. О влиянии эмоциональных состояний на мышление оператора / А. В. Солодкова // В кн. : Очерки психологии труда оператора. – М., 1974. – С. 119–138.

130. Генес, В. С. О повышении надежности труда железнодорожных машинистов / В. С. Генес, Ю. М. Мадневский // В кн. : Очерки психологии труда оператора. – М., 1974. – С. 173–186.

131. Бондарев, Д. В. О работоспособности человека-оператора при воздействии экстремальных факторов / Д. В. Бондарев, Б. А. Егоров, В. А. Марищук // Эксперим. и прикл. психология. – 1971. – Вып. 3. – С. 46–51.

132. Иванов-Муромский, К. А. Психофизиология оператора в системах человек – машина / К. А. Иванов-Муромский, О. Н. Лукьянова, В. А. Черноморец и др. – К. : Наук. думка, 1980. – 344 с.

133. Hammerton V. Violent exercise and cognitive task. – Ergonomics, 1971, № 2. – Pp. 241–250.

134. Аверьянов, В. С. К вопросу о динамике работоспособности оператора / В. С. Аверьянов, К. С. Точилов // Нерв. система. – 1970. – вып. 10. – С. 34–42.

135. Золотухин, А. Н., Психофизиологические изменения в экстремальных условиях / А. Н. Золотухин, С. Е. Кошмалюк // В кн.: Авиационная и космическая медицина. – М., 1969. – Т. 1. – С. 241–244.

136. Смолян, Г. А. Инженерно-психологическое исследование человеко-машинных систем / Г. А. Смолян // Вопр. психологии. – 1971. – № 5. – С. 150–156.

137. Сурков, Е. Д. К вопросу о некоторых особенностях решения оперативных задач в экстремальных условиях / Е. Д. Сурков // Пробл. общ., соц. и инж. психологии. – 1968. – вып. 2. – С. 84–96.

138. Шамров, Д. Г. К вопросу оценки психофизиологических возмож-

ностей оператора в системе «человек — машина» / Д. Г. Шамров // Пробл. инж. психологии. – 1966. – Вып. 4. – С. 171–186.

139. Crave I. E. Pilot's fatigue and emotional problems. – Fright Mag., 1972, №2. – P p. 161 – 170.

140. Hale H. B., Hartman B. O., Датз D. A. Physiologic stress during 50 hour doublew missins in C–141 aircraft. – Aerospace Med., 1972, № 3. – P p. 138–148.

141. Крамник, М. Е. К проблеме диагностики уровня бодрствования человека-оператора в условиях монотонной работы . ч. 5 / М. Е. Крамник, Л. Ф. Соловьев, Д. М. Эльберт // В кн. : Материалы конф. «Биол. и мед. кибернетика». – М., 1974. – С. 134–136.

142. Неймарк, М. С. Психологический анализ эмоциональных реакций на трудности в работе / М. С. Неймарк // В кн. : Вопросы психологии личности школьника. – М., 1961. – С. 31–35.

143. Шадрин, В. Д. Классификация видов корректирующей информации с позиций информационно-энергетических отношений / В. Д. Шадрин, Т. А. Корнеева // Пробл. инж. психологии и эргономики. – 1974. – Вып. 1. – С. 68–70.

144. Лебедев, А. Н. Время восприятия цифровых символов / А. Н. Лебедев, И. А. Комарова, Л. О. Косарева // В кн. : Проблемы инженерной психологии и эргономики. Вып. 1. Ярославль: ЯГУ, 1974, С. 179–181.

145. Вопросы зрительной работоспособности / под ред. В. П. Зинченко, А. И. Коган, В. М. Мунипов и др. – М. : ВНИИИТЭ, 1971. – 216 с.

146. Гюлев, Н. У. К вопросу о влиянии транспортного затора на динамический габарит автомобиля / Н. У. Гюлев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2011. — № 23. — С. 118–122.

147. Зинченко, В. П. Эргономические основы организации труда / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов, Г. Л. Смолян. – М. : Экономика, 1974. – 240с.

148. Хомяк, Я. В. Организация дорожного движения / Я. В. Хомяк. – К. : Вища школа, 1986. – 271 с.

149. Нойман, И. Организация труда. Психофизиологические проблемы контроля и управления / И. Нойман, К.-П. Тимпе. – М. : Экономика, 1975. – 104 с.

150. Надежность и эффективность комплексных систем «человек—техника». – М. : ЦНИИ ТЭИ легкой промышленности, 1971. – 137 с.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Автоматизована система управління 11

Аналізатори 18, 19

Афекти 76

Безпека дорожнього руху 21, 92, 142

Бінокулярний апарат 138

Гострота зору 132, 133

Дорожньо-транспортна пригода ДТП 24, 43, 45, 144, 166

Експлуатаційний напрям 15

Електроенцефалограма 99, 115

Електрокардіограма 101, 102, 115, 164

Емоції 75, 77

Емоційне напруження 86

Ергономіка 5, 9

Індивідуально-типологічні властивості 52

Інженерна психологія 5, 10

Інженерно-педагогічний напрямок 15

Інтенсивність звуку 159

Концептуальна модель 91, 94

Критична частота злиття мигтінь 99, 100

Латентний період 40, 56

Людина-машина 7

Людина-техніка 9

Людські фактори 6, 7

Мислення 69

Мікроклімат кабіни 152

Мінімальний час запізнювання 41

Моторний період 56



Оперативна пам'ять 73

Показник активності регуляторних систем 54, 165

Поле зору 125

Поріг розрізнення 19

Працездатність 82, 85, 98, 105, 144

Психологія 5

Психометричні методи 9

Психофізичні методики 9

Психофізіологічний напрям 15

Сенсомоторні властивості 55

Система ВАДС 4, 15, 38, 116

Складна реакція 57

Сприйняття 21

Стан втоми і монотонності 83

Стомлення 84, 143, 165

Стрес 77

Темперамент 48, 49

Транспортний затор 59, 60

Увага 61, 62, 64

Функціональний стан 53, 82, 97, 101, 165

Час реакції 58, 59, 146

Швидкість 42, 44

Навчальне видання

ГЮЛЄВ Нізамі Уруджевич

# **ОСОБЛИВОСТІ ЕРГОНОМІКИ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЇ В ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ**

Навчальний посібник

Редактори *З. І. Зайцева, С. В. Тимошук*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

Дизайн обкладинки *Т. Є. Ключко*

Підп. до друку 17.04.2012 р.  
Друк на ризографі  
Зам.№

Формат 60x84/16  
Ум. друк. арк. 9,4  
Тираж 500 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.